Da Laboratorio a Centro Ricerche Rai

Serie di articoli, pubblicati in più numeri di Elettronica e Telecomunicazioni, trattano e approfondiscono una singola tematica. Lo scopo dell'iniziativa **LeMiniSerie** è di raccogliere tali articoli, con una veste tipografica unitaria che ne faciliti la consultazione e apportando correzioni e aggiornamenti ritenuti opportuni.

La sesta raccolta è costituita da due parti che comprendono sei contributi pubblicati, a partire dal 1961, per offrire una panoramica sulle attività di ricerca e sperimentazione sviluppate in Rai ed in particolare presso il Centro Ricerche Rai. Questa seconda parte comprende due articoli pubblicati nel 1965 e nel 1976.

LeMiniSerie sono una iniziativa del
Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della
www.crit.rai.it

In copertina:
Facciata del Laboratorio Ricerche della Rai prospicente corso Giambone in Torino.

Da Laboratorio a Centro Ricerche Rai

La Rai, già dal 1930, con l'affermarsi del servizio di radiodiffusione, ritenne opportuno creare un laboratorio per lo studio e la manutenzione dei propri impianti. Nel 1960 il Laboratorio Ricerche si trasferì da via Arsenale a corso Giambone sempre a Torino in un nuovo edificio. Tale edificio fu inaugurato Il 2 febbraio 1961.

In questa seconda parte della raccolta de LeMiniSerie dedicata alla storia dell'attuale Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai sono riprodotte le due pagine di descrizione del Laboratorio del 1961. Le otto pagine che seguono riproducono il pieghevole realizzato nell'ottobre 1963 in occasione della "Fiera internazionale delle comunicazioni marittime e delle telecomunicazioni" di Genova. Segue l'articolo pubblicato nel numero di gennaio-marzo 1965 su "Elettronica" dal titolo "Il Laboratorio Ricerche della Rai". Infine è riprodotto l'articolo pubblicato nel numero di novembre-dicembre 1976 di "Elettronica e Telecomunicazioni" e intitolato " Il Centro Ricerche della Rai".

Torino, settembre 2011

Indice della Parte I

Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica Rai
La Storia

Indice della Parte II

Da Laboratorio a Centro Ricerche Rai

L'ingresso del Laboratorio Ricerche della RAI a Torino

È entrato in funzione a Torino il nuovo Laboratorio Ricerche della RAI

E' compito del Laboratorio Ricerche di collaborare con le due Direzioni Tecniche di Esercizio (Radiofonia e Televisione) per lo sviluppo, il rinnovamento e la manutenzione degli impianti in modo da fornire agli abbonati un servizio altamente efficiente e sempre rispondente ai dettami di una tecnica in rapido sviluppo.

La continua estensione capillare delle reti radiofoniche e televisive, i nuovi impianti di studio e trasmittenti destinati a rendere possibile il prossimo avvento del secondo programma TV, la filodiffusione, la stereofonia, ecc., hanno richiesto e richiedono anche al Laboratorio Ricerche un aumento di lavoro che solo ora, dopo il suo trasferimento nella attuale sede, potrà avere pieno sviluppo.

D'altra parte, nel corso degli ultimi anni, è anche avvenuta una trasformazione del tipo di attività del Laboratorio Ricerche. Mentre nel periodo dell'immediato dopoguerra, essa, per ovvie ragioni contingenti, era dedicata, soprattutto alla costruzione ed al rifacimento degli impianti, ora invece il maggiore impegno è rivolto agli studi ed alle esperienze dedicate essenzialmente alle progettazioni di prototipi di apparecchiature. Si è così gradualmente passati dal vecchio Laboratorio-Officina di Via Arsenale, al nuovo Laboratorio Ricerche di Corso Giambone.

L'architetto Beveresco ha saputo contemperare nel nuovo edificio, che sorge in regione Lingotto non lontano dalla FIAT, le rigide esigenze funzionali proprie di una costruzione di tipo industriale con le caratteristiche estetiche adatte ad un centro di studi.

Questo risultato è stato ottenuto mediante una ben studiata disposizione delle varie ali dell'edificio a forma di T asimmetrico e movimentando la facciata con un sapiente gioco di masse e di colori. La costruzione è a sviluppo prevalentemente orizzontale poiché consta di soli tre piani

fuori terra e di un interrato. Sorge su un'area di circa 10.000 mq. di cui 3500 coperti con una cubatura totale di oltre 40.000 mc. ed ospita anche i Magazzini di materiali tecnici e di economato. In essa lavorano circa 150 persone tra cui una decina di laureati (ingegneri e dottori in fisica) ed una cinquantina di diplomati.

Una rapida visita alle varie parti dell'edificio consentirà anche di illustrare le numerose attività cui si dedicano i vari reparti del Laboratorio Ricerche.

Al secondo piano vi sono i reparti di esperienze, dove gruppi di tecnici ricercatori, altamente specializzati, studiano e progettano le apparecchiature destinate all'esercizio. Si tratta nella maggior parte dei casi di apparecchiature aventi caratteristiche speciali che debbono rispondere a particolari esigenze tecniche e che sono difficilmente reperibili sul mercato. Tipico, ad esempio, è il caso dei circuiti a costanti distribuite (antenne, linee e filtri a radiofrequenza). Come è noto l'utilizzazione di frequenze sempre più elevate e la necessità di larghe bande di frequenze proprie dei segnali televisivi, ha reso di vitale importanza l'uso, sia in trasmissione che in ricezione, di antenne aventi caratteristiche ben precise di direttività ed impedenza. Inoltre l'affollamento dei trasmettitori e dei ripetitori in un ristretto numero di canali e l'opportunità di inviare, su una singola antenna, l'energia di parecchi trasmettitori con programmi differenti richiedono una estesa varietà di filtri (passabanda, eliminabanda, combinatori, ripartitori, vestigiali, ecc.). In casi come questo l'attività del Laboratorio Ricerche è praticamente insostituibile, poichè le grandi industrie non potrebbero fornire all'esercizio, in tempo utile, i prodotti speciali richiesti a mano a mano che se ne riscontra la necessità e la piccola industria non è in grado di progettarli e di sperimentarli.

Le misure sulle antenne vengono effettuate sul terrazzo che copre l'edificio dove sono sistemati tre elevatori idraulici atti a sollevare le antenne in prova e quelle di misura al disopra degli ostacoli circostanti.

Un altro gruppo di ricercatori specializzati si dedica alla progettazione delle apparecchiature a video-frequenze e cioè di quelle destinate ad attrezzare gli studi televisivi, le regìe video, le sale di controllo, gli impianti ausiliari dei Centri trasmittenti, ecc. Anche qui si tratta quasi sempre di apparecchiature che devono essere progettate e costruite « su misura ». Infatti ogni studio di ripresa, ogni impianto di commutazione ha particolari esigenze in relazione ai tipi di programma, al numero di linee entranti ed uscenti e ad innumerevoli fattori locali. Attualmente questo reparto è fortemente impegnato nei lavori relativi agli ampliamenti degli impianti di studio per il II programma. In molti casi la soluzione viene trovata usando i transistori al posto dei tubi elettronici. Si ottiene così una notevole riduzione degli ingombri e del calore da dissipare che consente di concentrare in piccolo spazio un gran numero di apparecchiature.

Anche il reparto che si dedica agli impianti di bassa frequenza è interessato ai transistori e progetta amplificatori di ottime caratteristiche elettriche con dimensioni e forma pari a quelle di un piccolo libro. La riduzione di ingombro rispetto ai vecchi tipi di amplificatori con valvole normali è da 10 a 20 volte!

A fianco dei tecnici della bassa frequenza lavorano quelli delle registrazioni su nastro e quelli che si dedicano all'elettroacustica. Questi ultimi hanno anche a loro disposizione, nel piano interrato, una vasta sala a pareti totalmente assorbenti (camera anecoide) per le misure sui microfoni ed altoparlanti ed una sala a pareti totalmente riflettenti per le prove sui materiali acustici.

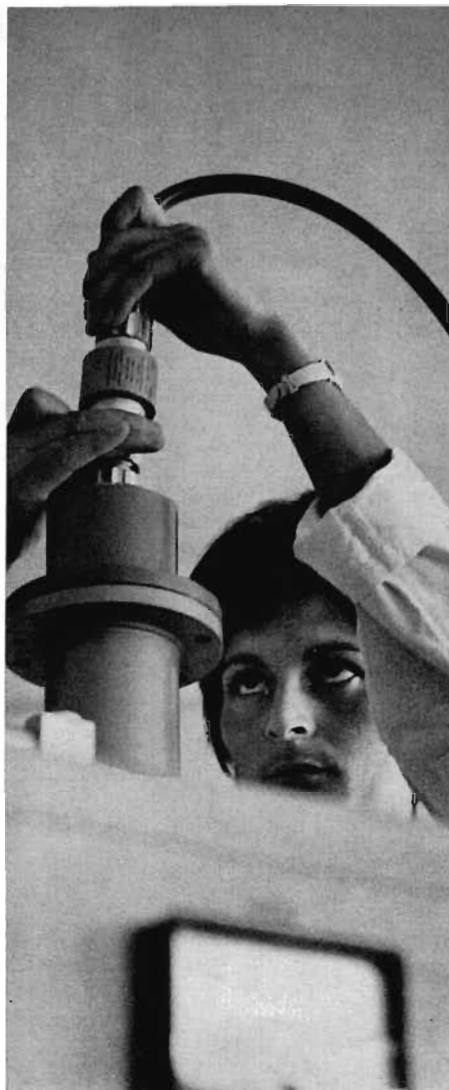
Sempre al secondo piano vi sono altri due gruppi di ricercatori che eseguono studi o lavori nel campo delle radiofrequenze. Uno di questi si interessa di trasmettitori, ripetitori e ricevitori TV, FM ed AM e l'altro di collegamenti con ponti a microonde, collegamenti video su cavi a frequenze vettrici, ecc. Anche da questi gruppi di lavoro sono stati progettati prototipi di apparecchiature che poi sono state riprodotte in numerosissimi esemplari, come ad esempio i trasmettitori MF da 200 Watt, i convertitori MF da 10 Watt, i ponti radio a 7000 MHz, gli apparati della filodiffusione, ecc.

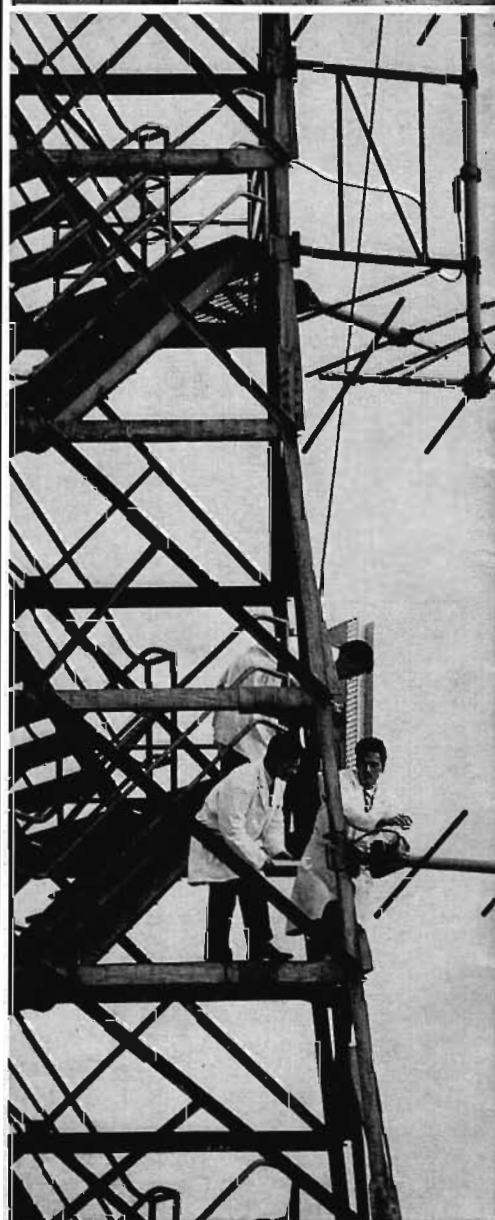
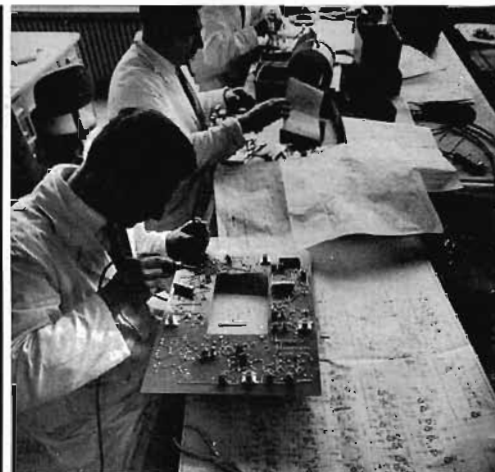
I progetti, elaborati dai ricercatori, vengono passati ai disegnatori, sistemati in una luminosa sala al primo piano. Essi in collaborazione con i progettisti, studiano la forma e le modalità costruttive della parte meccanica delle apparecchiature, mettono in ordine gli schemi elettrici ed infine il progetto passa per la sua esecuzione definitiva ai radiomontatori del reparto montaggi elettrici (anche al I piano) ed ai vari reparti dell'officina meccanica (lavorazioni con macchine utensili, lavorazione lamiere, aggiustaggi, verniciatura, ecc.) al piano terreno. Indi il prototipo dell'apparecchiatura, che così è nata, viene controllato in ogni dettaglio ed eventualmente viene anche presentato alle Direzioni di Esercizio per la loro approvazione.

Dopo di ciò se, come avviene quasi sempre, è richiesta una serie di tali apparecchiature, il prototipo di campione viene passato alla ditta che, in accordo con la Direzione Approvvigionamenti, è stata prescelta per la fornitura. Le apparecchiature così prodotte, identiche in tutti i particolari al campione da noi fornito, subiscono presso il nostro Settore Collaudi un'accurata messa a punto ed un collaudo finale ed infine sono consegnate all'Esercizio che le mette in opera.

Si chiude in tal modo il ciclo produttivo che consente all'Azienda di avere apparecchiature di ottima qualità con caratteristiche perfettamente rispondenti agli usi cui sono destinate e ad un costo complessivo assai moderato.

Nella descrizione, sia pure affrettata, del nuovo Laboratorio non dobbiamo dimenticare che nel sotterraneo vi sono: un grande salone per l'attrezzatura degli automezzi destinati alle riprese esterne ed alla propaganda, un locale destinato alle prove dei grossi trasmettitori, un locale attrezzato per le prove climatiche e di durata delle apparecchiature, gli impianti di riscaldamento e condizionamento, la cabina di energia atta ad erogare 800 kW, ecc. La mensa del personale è sistemata al piano terreno ed è in grado di servire il pasto di mezzogiorno a circa 200 persone contemporaneamente.

Roberto Vaudetti

IL LABORATORIO RICERCHE DELLA RADIOTELEVISIONE ITALIANA

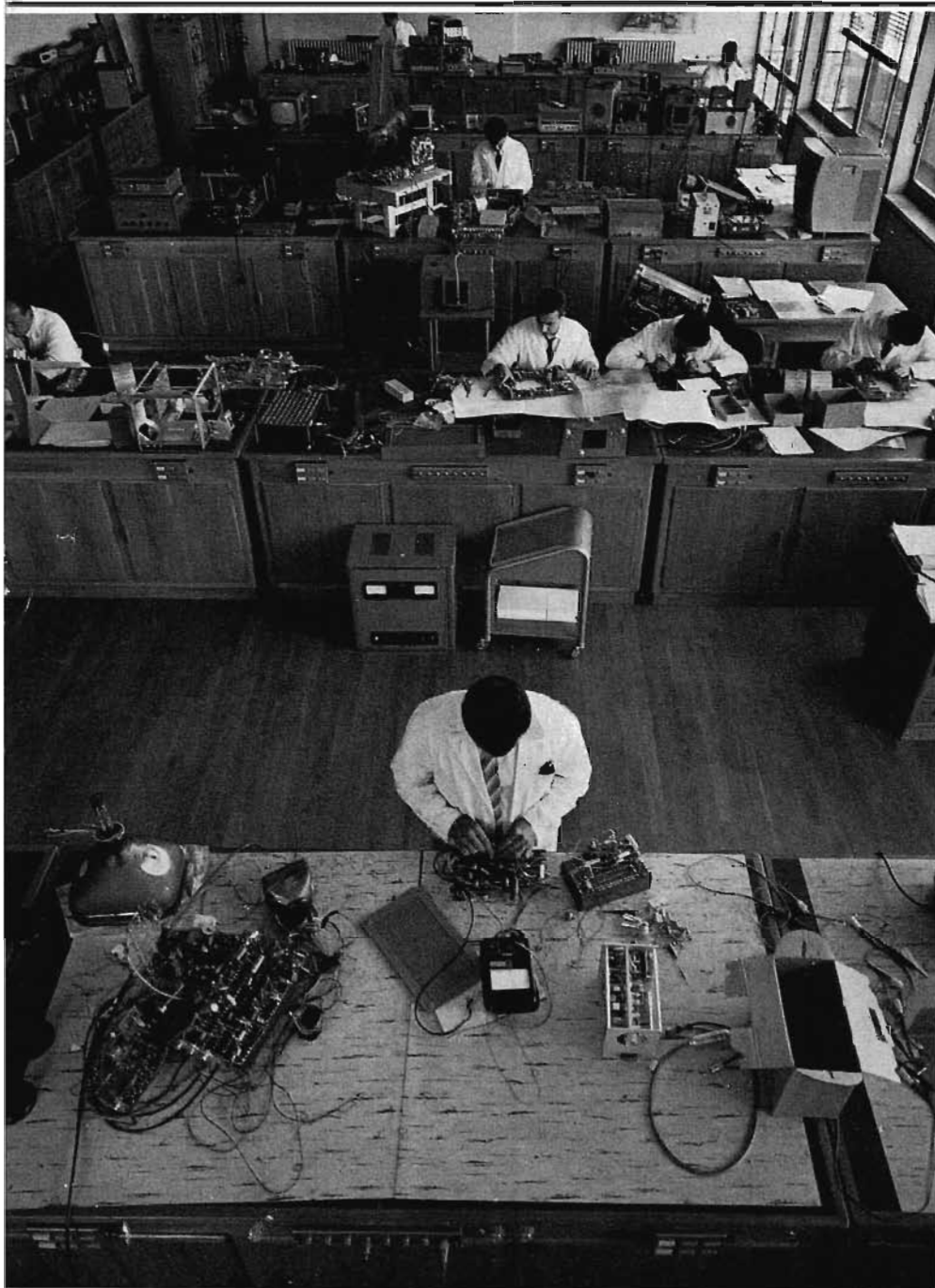
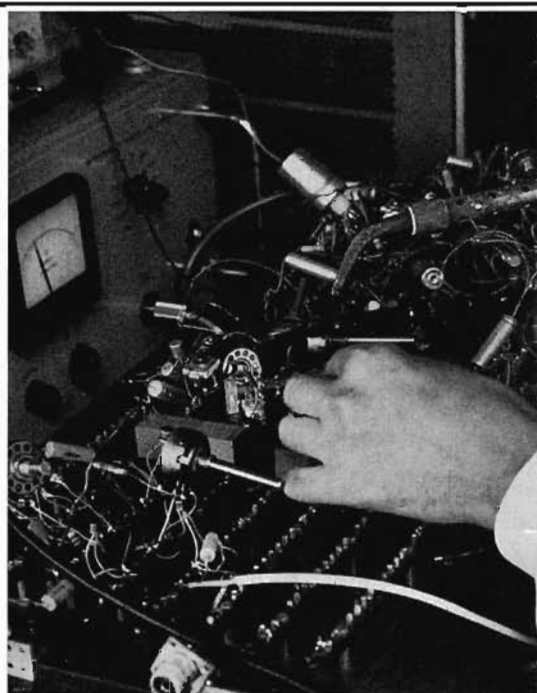
I Fiera Internazionale
delle Comunicazioni
e delle Telecomunicazioni
Genova 5-20 ottobre

RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA

RADIOTELEVISIONE ITALIANA RAI

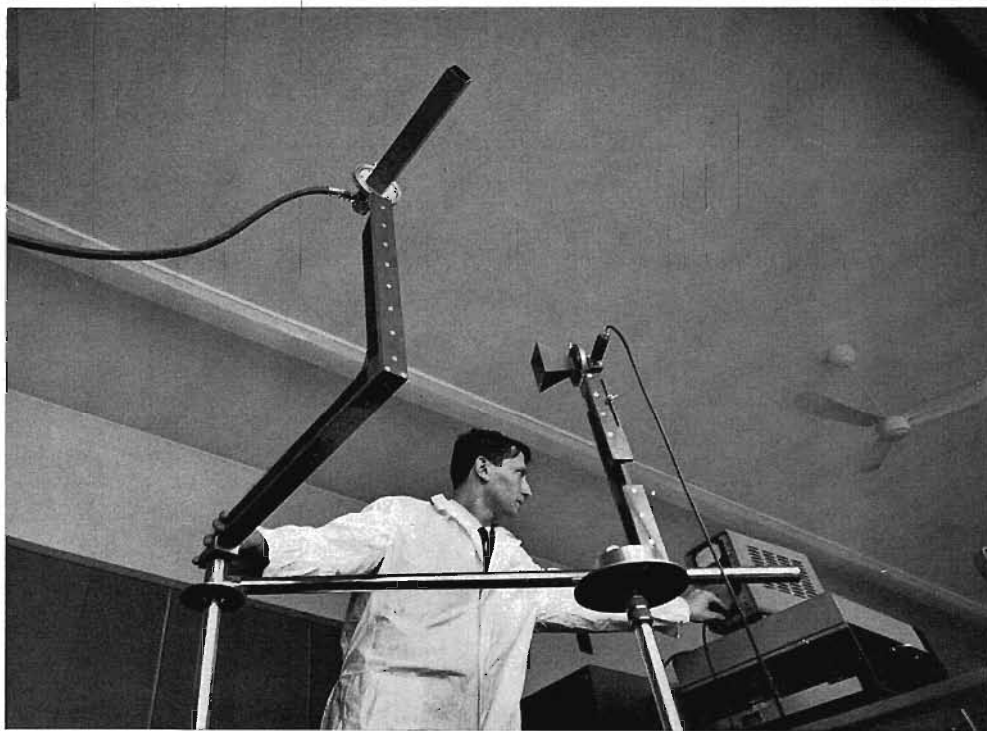
Il Laboratorio Ricerche della RADIOTELEVISIONE ITALIANA aggiorna costantemente i mezzi tecnici necessari all'esercizio delle trasmissioni radiofoniche e televisive, per realizzare servizi sempre più efficienti e consoni alle esigenze di una tecnica in rapida evoluzione.
Ingegneri, fisici e tecnici del Laboratorio Ricerche studiano, sperimentano, controllano e modificano apparecchiature elettroniche ed elettroacustiche, provvedendo anche alla realizzazione di prototipi che l'industria produce poi per il fabbisogno dell'Ente Radiotelevisivo.
Il Laboratorio è organicamente ripartito in diversi settori. Il settore delle audiofrequenze, oltre alla attività concernente gli amplificatori e la registrazione magnetica, conduce approfonditi studi sulla stereofonia e sui metodi di trasmissione dei programmi stereofonici.
Nel reparto dedicato all'acustica, vengono effettuate misurazioni sul comportamento dei materiali sotto l'aspetto del condizionamento acustico dei locali e misure sui trasduttori elettroacustici (microfoni ed altoparlanti).
L'attività del settore televisivo si estende dalle apparecchiature di ripresa a quelle di controllo e di smistamento dei segnali televisivi negli studi e nei centri trasmittenti.
Nel settore delle radiofrequenze si effettuano esperimenti sui trasmettitori e sui ricevitori che vanno dalle basse frequenze della filodiffusione (poche centinaia di KHz) fino alle più elevate frequenze utilizzate nei ponti pluricanali e televisivi (7000 MHz).
Strettamente collegate al precedente, è il gruppo di lavoro che si occupa dei circuiti a costanti distribuite, delle antenne e della propagazione in guide d'onda.
Altra attività importante è quella inerente lo studio delle caratteristiche e delle qualità dei componenti elettronici ed elettromeccanici.
Così pure si compiono misure fotometriche ed ha notevole sviluppo la fotografia tecnica di precisione.
La Radiotelevisione Italiana, per documentare la complessa attività di questo particolare settore tecnico, espone nel suo padiglione alla I Fiera Internazionale di Genova alcune tra le più interessanti apparecchiature studiate e progettate dal Laboratorio Ricerche di Torino.

IL LABORATORIO RICERCHE

Visione panoramica del Laboratorio Ricerche
in Corso Giambone a Torino.
Il Laboratorio sorge su un'area di circa 10.000 mq.
di cui 3.500 coperti
ed ha una cubatura complessiva di circa 45.000 mc.

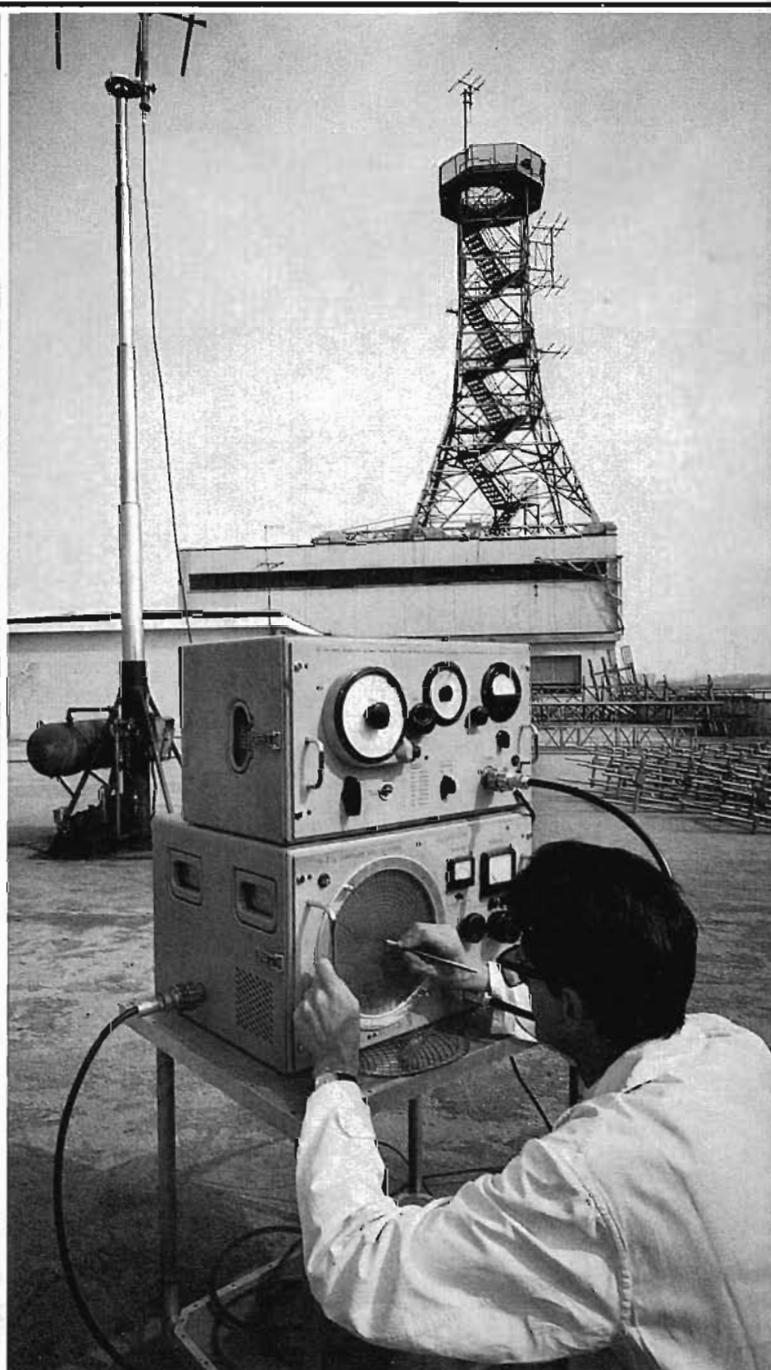
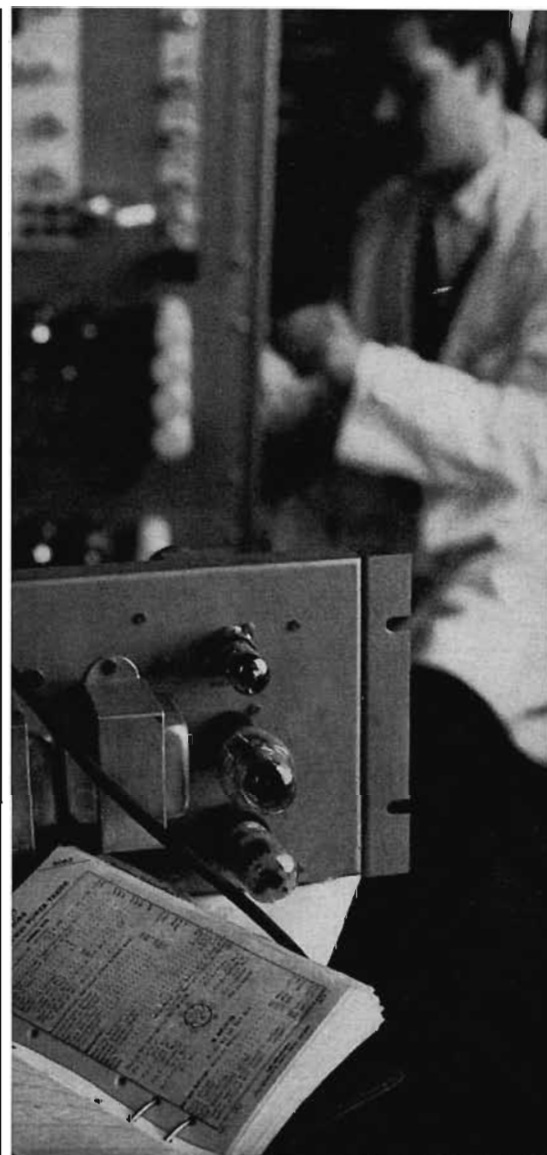
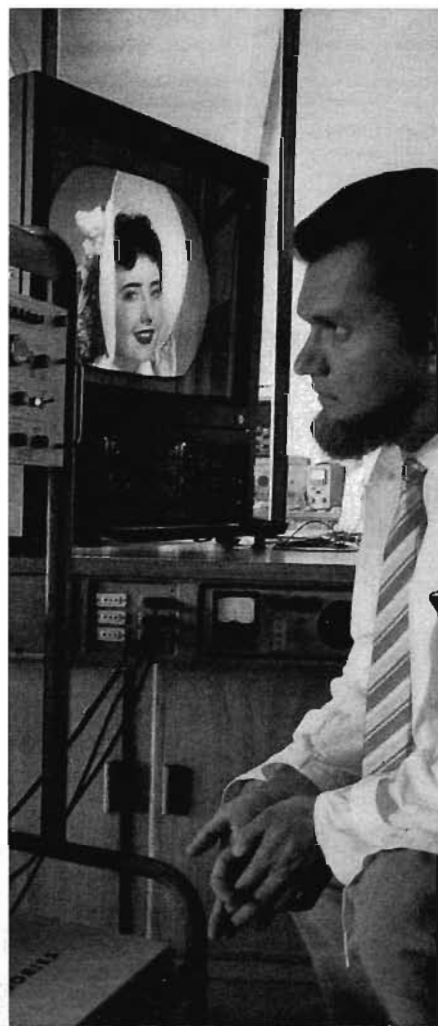
Visione di uno dei reparti di ricerca

Un tecnico sperimentatore al lavoro

Il reparto
disegnatori
del Laboratorio

Uno degli ingegneri del Laboratorio
prova il funzionamento
di un'antenna per microonde

Strumentazion
per il controll
trasmettitore

e
o di un
televisivo

Prove su un prototipo
di un trasmettitore televisivo
di piccola potenza

Messa a punto di un magnetofono
per sonorizzare
filmati televisivi

Misure di controllo di un'antenna
sul terrazzo sovrastante
l'edificio del Laboratorio

IL LABORATORIO RICERCHE DELLA RADIOTELEVISIONE ITALIANA

IL LABORATORIO RICERCHE DELLA RAI

1. Generalità.

La RAI, già dal 1930, con l'affermarsi del servizio di radiodiffusione, ritenne opportuno creare un laboratorio per lo studio e la manutenzione dei propri impianti. Questo laboratorio si è ampliato gradualmente in armonia con lo sviluppo degli impianti tecnici della Società.

Nel 1960 il Laboratorio Ricerche si è trasferito da via Arsenale a corso Giambone sempre a Torino in un nuovo edificio che sorge su un'area di circa 10.000 m² di cui 3.500 sono coperti, ed ha una cubatura complessiva di 40.000 m³. Consta di tre piani fuori terra e di un interrato.

L'interrato, accessibile ai grandi automezzi mediante una opportuna rampa d'accesso, ospita i servizi generali, i montaggi di automezzi speciali, i locali per prove su grandi trasmettitori, le camere acustiche assorbenti e riverberanti, la camera schermata per la radiofrequenza, la camera per prove climatiche e di durata e il magazzino dei materiali pesanti.

Al piano terreno sono disposti i locali per le lavorazioni meccaniche, il servizio di mensa, il laboratorio fotografico ed il reparto che effettua il collaudo dei materiali relativi al magazzino tecnico generale che è adiacente al Laboratorio Ricerche.

Al primo piano sono sistemati i reparti di montaggio elettrico, la sala disegnatori, i reparti di collaudo e di riparazione delle apparecchiature oltre al magazzino dei materiali tecnici.

Il secondo piano è riservato ai laboratori di ricerca ed agli uffici.

Il tetto dell'edificio è sistemato a terrazzo; attrezzato per misure su antenne è servito da tre elevatori idraulici per il sollevamento delle antenne in prova.

Inoltre sul tetto si eleva una robusta torre metallica terminante in un terrazzo facilmente accessibile che consente di collocare antenne e paraboloidi per prove a distanza ed effettuare collegamenti con il centro trasmittente dell'Eremo.

Una zona del terreno sul quale sorge l'edificio è lasciata libera a giardino ed è riservata alle misure su antenne che per dimensioni e per altre esigenze abbiano necessità di notevole spazio.

L'energia occorrente all'intero complesso viene fornita da una cabina di trasformazione a 22.000 V

Fig. 1 — Vista aerea del Laboratorio Ricerche della RAI a Torino.

dotata di due trasformatori della potenza caduno di 400 kW.

Gli impianti tecnologici comprendono una centrale termica che sviluppa 2.160.000 cal/h, un impianto di termoventilazione per determinati locali, un impianto di condizionamento estivo-invernale per il laboratorio fotografico e per il magazzino nastri, un ascensore e due montacarichi.

Complessivamente tutta la costruzione soddisfa bene alle esigenze funzionali di un complesso che è contemporaneamente centro di studi e di organizzazione produttiva.

Attualmente la prima di queste attività, e cioé lo studio e la ricerca, prevale sulla seconda a differenza di quanto, per ragioni contingenti, era avvenuto nel passato. Infatti ora il Laboratorio Ricerche si dedica, per conto delle Direzioni Tecniche Radio e Televisione, essenzialmente alla ricerca applicata in tutti i campi dell'elettronica che interessano la radiofonia e la televisione. Questa attività si esplica in particolare con lo studio, la progettazione e la sperimentazione di apparecchiature, mentre la parte costruttiva è limitata ai prototipi, lasciando a Ditte specializzate il compito delle costruzioni in serie dei prodotti.

In tutti questi casi i problemi vengono studiati da gruppi di tecnici che, guidati generalmente da ingegneri, progettano i circuiti, li realizzano in fase sperimentale, ne controllano il funzionamento con l'uso di adeguata strumentazione ed infine concordano coi disegnatori progettisti meccanici la struttura definitiva da dare al prodotto finito.

Il progetto così sviluppato viene quindi passato ai reparti elettrici e meccanici dell'officina che curano la costruzione del prototipo. Questo viene controllato in ogni dettaglio ed eventualmente viene inviato in esercizio per un periodo di prova. Dopo di ciò, se, come avviene quasi sempre, è richiesta una serie di tali apparecchiature, il prototipo viene passato alla Ditta, che, in accordo con la Direzione Approvvigionamenti, è stata prescelta per la fornitura.

Le apparecchiature così prodotte, identiche in tutti i particolari al campione, subiscono presso il Servizio Collaudi del Laboratorio Ricerche una accurata messa a punto ed un collaudo finale ed infine vengono inviate alle Sedi per la messa in opera.

I tecnici progettisti sono suddivisi nelle varie specializzazioni. Si può dire in via di larga approssimazione che l'elemento base che crea la suddivisione dei compiti è costituito dalle frequenze inerenti ai circuiti che vengono progettati.

Elenchiamo qui di seguito i vari gruppi di lavoro, accennando ai più importanti lavori svolti negli ultimi tempi o attualmente in corso di studio e realizzazione.

2. Audio.

Sono opera di questo settore le apparecchiature relative alla generazione, registrazione ed amplificazione dei suoni, alla filodiffusione, alla stereofonia. Sono stati affidati a questo settore anche i problemi relativi all'automazione degli impianti.

a) Elettroacustica.

Il lavoro di ricerca e di misura inerente questa attività, viene quasi esclusivamente svolto in camera anecoica. Questa è costituita da un parallelepipedo

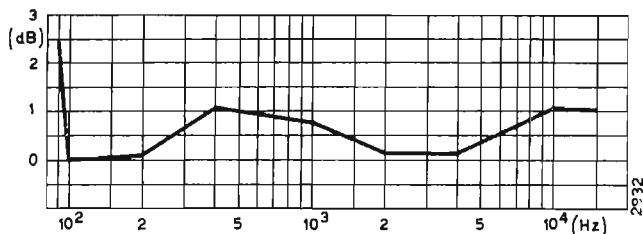



Fig. 2. — Scostamenti massimi dei valori della pressione acustica dalla legge teorica dell'inverso della distanza in funzione della frequenza (il diagramma è valido per la zona centrale della camera anecoica).

in muratura, costruito nell'interno dell'edificio in un vano appositamente ricavato nel sotterraneo. Il parallelepipedo appoggia sul terreno mediante l'interposizione di materiale a basso coefficiente di trasmissione alle vibrazioni. Tutte le pareti esterne di questo vengono perciò a trovarsi staccate dai muri dell'edificio.

Le dimensioni interne del parallelepipedo sono le seguenti: larghezza metri 8,60; lunghezza metri 10,52; altezza metri 6,44 con un corrispondente volume di 582,64 metri cubi.

Il materiale assorbente usato al rivestimento interno è lana di vetro compressa e confezionata in materassine e cunei a base quadra di circa 70 cm di altezza.

Per la determinazione dell'efficienza di assorbimento della camera, furono eseguite numerose misure riguardanti la variazione della pressione sonora, a diverse frequenze, in funzione della distanza dalla sorgente. Il risultato delle misure, in funzione delle frequenze comprese tra 90 e 15.000 Hz, è riportato nel grafico allegato, che indica il massimo errore in decibel, allorché la misura venga effettuata entro un ellissoide di rotazione, al centro della camera, il cui asse maggiore non superi i tre metri e l'asse minore due.

Ai fini di una maggiore funzionalità, la camera anecoica è stata corredata di un carrello porta altoparlante sostenuto da rotaie sulle quali scorre avanti e indietro in direzione parallela al lato maggiore e di un carrello porta microfono, collocato pure su rotaie situate in prossimatà del soffitto e munito di asta supporto per il microfono. Quest'ultimo carrello consente al microfono di effettuare tre operazioni distinte: spostamento avanti e indietro nella direzione identica al carrello porta altoparlante, scorrimento dal basso

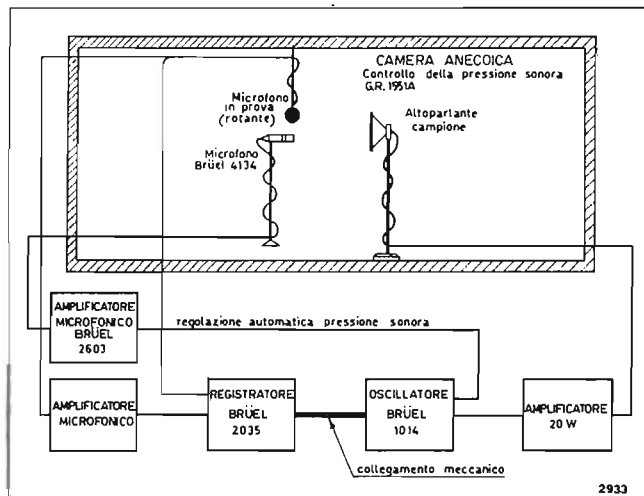



Fig. 3. — Disposizione delle apparecchiature per la misura in automatico della curva «livello-frequenza» di un microfono in coordinate polari e cartesiane.

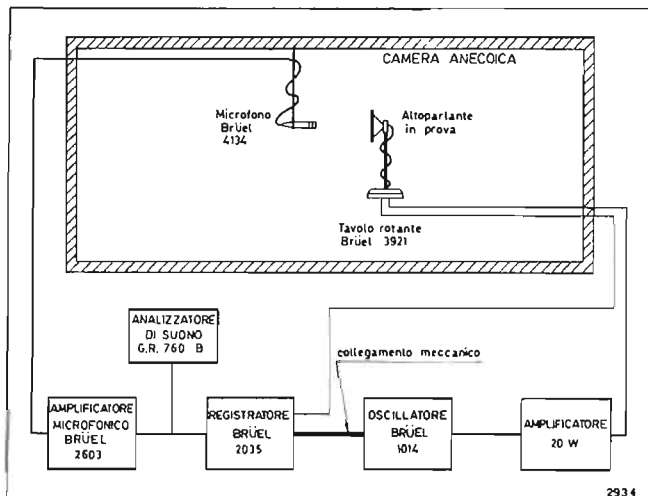



Fig. 4. — Disposizione delle apparecchiature per la misura in automatico della curva «livello-frequenza» e delle caratteristiche direzionali di un altoparlante.

verso l'alto e viceversa ed infine la rotazione in senso orario od antiorario.

Dalla saletta esterna di controllo vengono trasmessi mediante dispositivi elettrici i comandi relativi all'avanzamento, arresto e rotazione dei carrelli. Le posizioni relative sono segnalate da strumenti elettrici opportunamente tarati.

La porta di accesso è ad incastro, pure mobile su rotaie, e la sua chiusura ed apertura possono venire comandate dall'esterno o dall'interno.

L'esame di un microfono deve avvenire ad una determinata pressione sonora, controllata con il misuratore di pressione sonora General Radio tipo 1551A. Questa pressione sonora viene mantenuta costante a tutte le frequenze, indipendentemente dalle caratteristiche dell'altoparlante che lo genera mediante l'uso di un amplificatore a guadagno regolabile in funzione della tensione di controllo prodotta da un microfono campione (tipo Neumann o Brüel-Kjaer mod. 4134) situato in prossimità del microfono in esame.

La sensibilità del microfono viene controllata con l'uso di un amplificatore microfonico tarato (Brüel mod. 2603).

La rotazione del microfono è molto utile per il rilevamento delle caratteristiche direttive. Il suo movimento è sincrono con il movimento del registratore con la carta in coordinate polari. Per il rilevamento delle caratteristiche direttive degli altoparlanti si usa il tavolo rotante Brüel mod. 3921 anch'esso sincrono col registratore a coordinate polari.

Le figure allegate mostrano schematicamente la disposizione per misure su microfoni ed altoparlanti.

b) Amplificatori Audio

Sono stati studiati vari prototipi di amplificatori a transistori con caratteristiche eccellenti (bibl. 1): attualmente è in studio la realizzazione di un amplificatore con dosatore (attenuatore) controllato mediante fotoresistenza. La miscelazione dei suoni provenienti dai vari microfoni di uno Studio radiofonico o televisivo, avviene mediante dosatori i quali sono spesso causa di scrosci o comunque richiedono una manutenzione accurata. Il dosatore a fotoresistenza ha come organo di regolazione la luminosità di una piccola lampada ad incandescenza il cui comando, in

Fig. 5. — Interno della camera anecoica attrezzata per l'esame di un microfono.

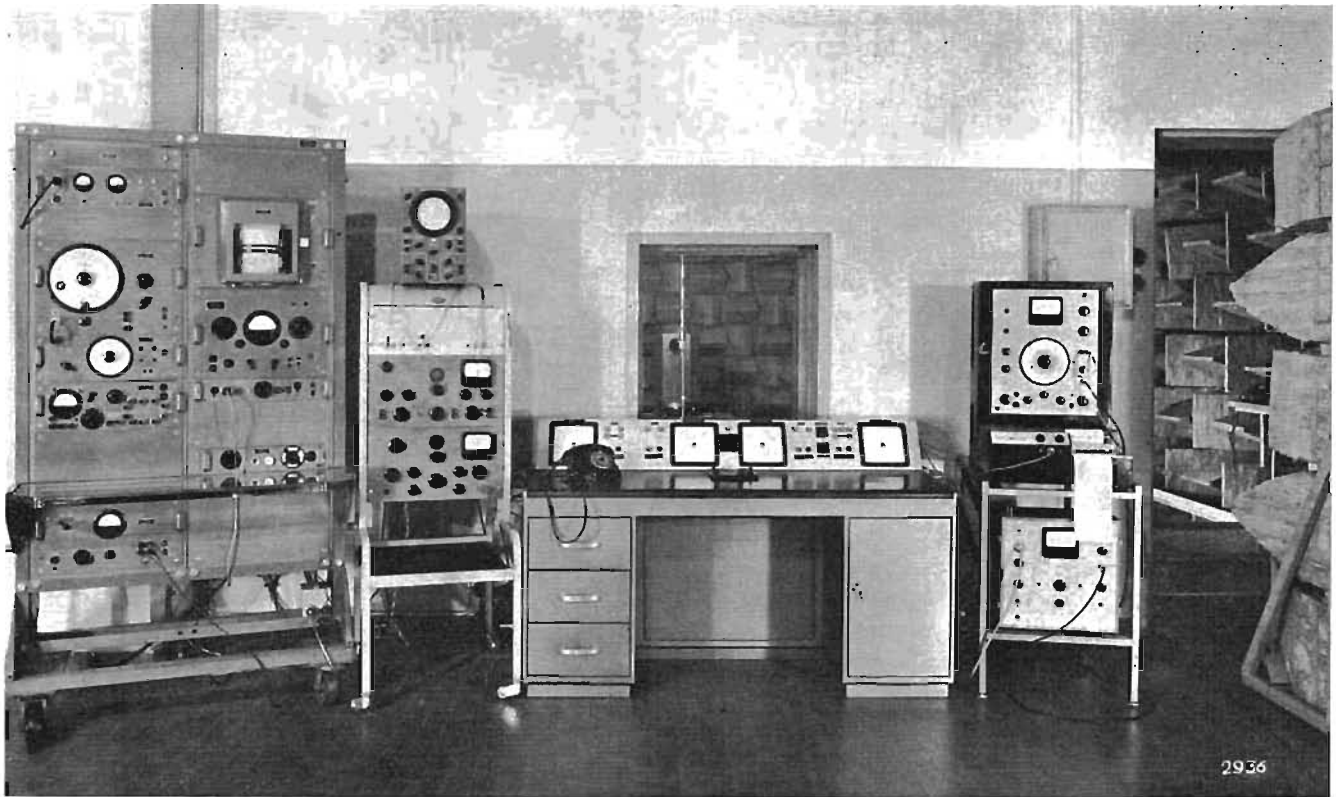



Fig. 6. — Strumentazione per le misure nella camera anecoica installate nella saletta adiacente.

corrente continua, può essere istallato distante dall'amplificatore con riduzione di ingombro e di cavi di collegamento.

c) Registrazione Audio.

I magnetofoni dedicati ai servizi televisivi devono avere l'audio sincronizzato con l'immagine. Questa sincronizzazione è ottenuta mediante la registrazione di un segnale a 50 Hz generato dalla cinepresa e destinato a mantenere in passo il magnetofono. La registrazione di questo segnale a 50 Hz non deve perturbare il segnale audio. Si sono usati tre sistemi diversi di sincronizzazione:

1) frequenza portante a 7.500 o 15.000 Hz modulata a 50 Hz e registrata insieme all'audio;

Fig. 7. — Esempio di amplificatore audio transistorizzato montato su cassetto ad innesto.

2) il segnale a 50 Hz viene registrato al centro del nastro, ma in modo ortogonale alla registrazione dell'audio;

3) il segnale a 50 Hz viene registrato in doppia traccia e sfalsato di 90° in modo da produrre effetto nullo sull'audio (sistema Perfectone).

d) Analisi Armonica.

È stato rilevato lo spettro armonico medio dei quattro suoni a «corda vuota» eseguiti su di un violino Stradivari e su di un violino di autore contemporaneo. L'analisi è stata fatta sino alla 30ª armonica mediante il voltmetro selettivo Hewlett-Packard, modello 302 A. I risultati dell'analisi, sui quali verrà riferito in modo particolareggiato in altro prossimo articolo, hanno confermato che lo spettro armonico, da solo, non è idoneo ad informare compiutamente sul timbro, in quanto esso riflette solamente l'aspetto medio di una situazione che in realtà, è invece continuamente variabile.

e) Filodiffusione.

Sono stati studiati i nuovi prototipi di modulatori transistorizzati per la filodiffusione che utilizzano un circuito modulatore particolare a bassissima distorsione (0,3 % con il 95 % di profondità di modulazione). In esso la portante viene sommata con fase ed ampiezza opportune alle 2 bande laterali ottenute con un modulatore bilanciato. Questo circuito ha permesso di ottenere una apparecchiatura più semplice di regolazione, più stabile e di più sicuro affidamento di quelle precedenti a valvole.

f) Trasmissione di un canale ausiliario per mezzo di trasmettitori a modulazione di frequenza.

I normali trasmettitori MF per i programmi radiofonici, oltre alla informazioue audio che comprende le frequenze tra 50 e 15.000 Hz, sovente vengono utilizzati anche per servizi ausiliari sfruttando le frequenze ultracustiche. Talvolta vengono inviate frequenze opportune per telecomandi operanti commutazioni per programmi locali, altre volte si inseriscono canali di servizio telefonici per i centri non provvisti di linee telefoniche.

Un'altra applicazione interessante è l'utilizzazione di un canale telefonico di qualità sufficientemente buona per l'invio da una sede ad un'altra, senza impegnare i circuiti di collegamento, del « giornale radio telefonico » ovverosia il programma di notizie che si può ascoltare per telefono formando l'apposito numero.

A questo scopo è stata studiata una apparecchiatura a banda laterale unica che occupa la banda di frequenza da 17.000 a 20.250 Hz. La sezione trasmittente utilizza un circuito particolare a doppia modulazione. Viene effettuata una prima modulazione d'ampiezza con portante di 4.100 Hz indi viene filtrata la banda laterale superiore che occupa la banda da 4.350 a 7.600 Hz. La seconda modulazione, con portante a 24.600 Hz, trasla l'informazione nella banda da 17.000 a 20.250 Hz. È stata effettuata questa doppia modulazione per rendere più semplice il filtro che separa la banda laterale utilizzata. Tra i due processi di modulazione è stato inserito un limitatore a taglio con diodi per evitare che un eventuale eccesso di modulazione potesse disturbare il canale principale radiofonico. Questo limitatore produce armoniche che vanno fuori delle bande utilizzate e pertanto non aumentano la distorsioue armonica.

Fig. 9 — Sincronizzazione di magnetofoni per servizi televisivi. Sul nastro magnetico sono state rese visibili, per mezzo di una soluzione ferrosa, le tracce magnetiche relative all'audio (tracce verticali), e le tracce relative alla frequenza di sincronizzazione ortogonali alle prime. Per effetto dell'ortogonalità i segnali di sincronizzazione non disturbano i segnali audio.

Fig. 8*a* - 8*b* — Consolle di regia audio per le riprese esterne di televisione. La consolle è montata su automezzo attrezzato e permette la miscelazione tra 10 entrate microfoniche e 5 entrate ad alto livello (giradischi, magnetofoni e linee esterne).

Per un aumento del segnale in entrata di 15-20 dB oltre il livello prefissato, si ha una variazione all'uscita massima di 3 dB, con una distorsione accettabile (< 0,5 %).

Questo sistema mantiene un'ottima comprensibilità del parlato, nonostante l'alterazione della dinamica e dei picchi della modulazione.

In ricezione un oscillatore a quarzo riproduce la portante di 20.500 Hz con la quale si opera la demodulazione della banda trasposta.

g) Sterefonia

Lo studio della possibilità di trasmissioni stereofoniche via radio ha da tempo impegnato il Laboratorio Ricerche in numerosi lavori e misure. Queste misure, la maggior parte delle quali sono inquadrate in un programma di lavoro dell'UER (Unione Europea di Radiodiffusioni), hanno lo scopo di scegliere il miglior sistema di codificazione per inviare le due informazioni stereofoniche su un solo trasmettitore, senza ridurre sensibilmente il contemporaneo servizio monofonico del trasmettitore stesso per i numerosi ascoltatori che non possiedono un ricevitore stereofonico.

Sono state progettate e realizzate le seguenti apparecchiature relative alle trasmissioni stereofoniche sperimentali:

— una consolle di ripresa audio a dieci microfoni, i cui segnali, opportunamente mescolati e suddivisi, dànno in uscita i due canali stereofonici sinistro e destro;

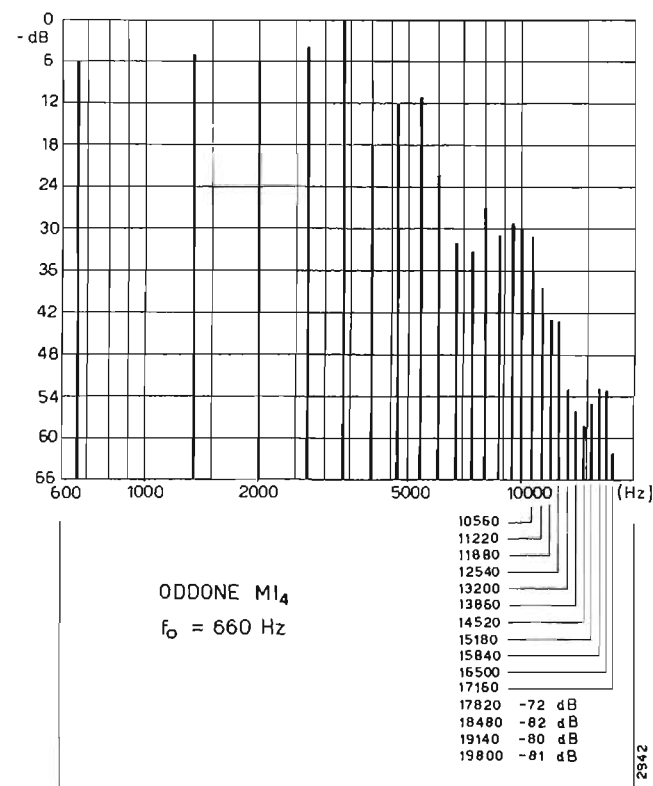
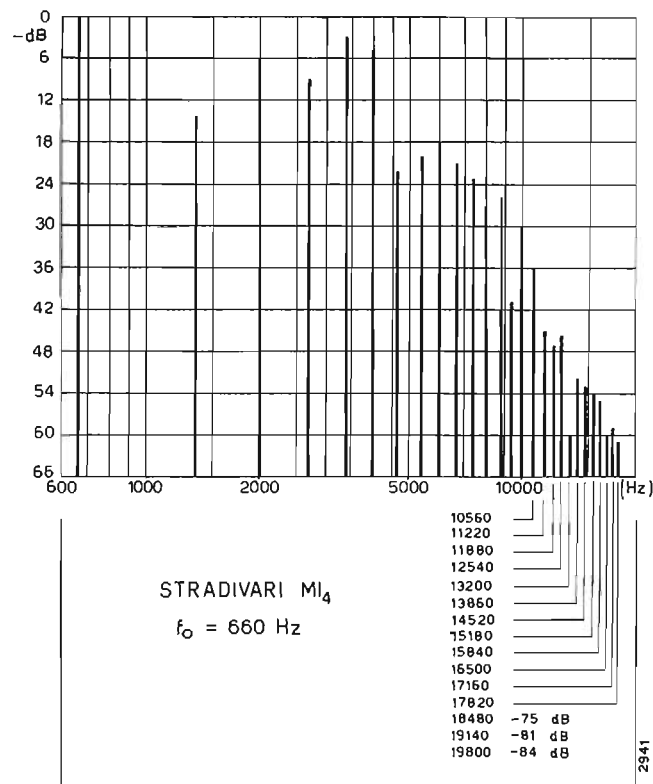



Fig. 10*a* - 10*b* — Analisi armonica della nota MI 4 (660 Hz) effettuata su due violini: uno Stradivari e l'altro Oddone. Si può notare il diverso contenuto armonico e la diversa legge di distribuzione tra le armoniche.

— i codificatori, che dai due canali sinistro e destro, producono i due segnali che vanno a modulare il trasmettitore: il segnale somma, che costituisce l'informazione monofonica ed il segnale differenza che trasposto oltre la gamma acustica per mezzo di una modulazione d'ampiezza a portante soppressa, costituisce la informazione stereofonica;

— i decodificatori professionali che consentono il controllo dei trasmettitori e la ricezione di alta qualità;

— l'amplificatore autolimitatore che, posto all'entrata dei trasmettitori, impedisce un eccesso di modulazione senza peraltro alterare l'informazione.

h) AUTOMAZIONE.

Questo lavoro, di notevole complessità, viene condotto in collaborazione con il settore trasmettitori per la parte di sua pertinenza; il settore audio ha sviluppato la parte relativa ai circuiti logici.

Lo scopo da raggiungere è la realizzazione di una apparecchiatura atta a sostituire l'intervento del per sonale nell'esercizio di un trasmettitore TV.

È presupposto essenziale che, sia per i segnali da trasmettere, sia per gli apparati di trasmissione, esista un trasmettitore di riserva onde far fronte ad una avaria.

Le funzioni dell'apparato di automazione si possono suddividere in due parti:

1) manovra di accensione e spegnimento del trasmettitore in rapporto alle esigenze di servizio;

2) controllo del corretto funzionamento dell'im- l'impianto ed eventuale intervento secondo le possibilità di riserva previste.

Quando dal collegamento a ponte radio o a cavo coassiale perviene il segnale, il dispositivo compie le manovre di accensione del trasmettitore secondo una sequenza predeterminata. Lo spegnimento avviene dopo un certo tempo che il segnale è venuto a mancare.

La funzione di controllo si esplica sia per i segnali di entrata, sia per quelli di uscita (rivelati in antenna).

In entrata il segnale è fornito da due sorgenti di cui una preferenziale ed una di riserva. Il controllo

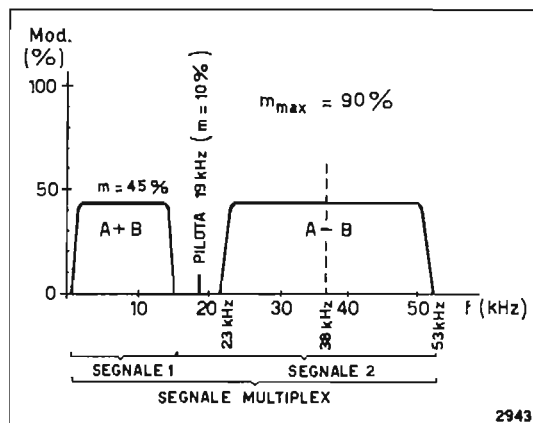



Fig. 11. — Composizione del segnale stereofonico che viene inviato a modulare il trasmettitore (segnale multiplex). Le due informazioni acustiche, sinistra (A) e destra (B), vengono sommate per formare il segnale 1 (monofonico compatibile). Il segnale 2 (informazione stereofonica) è composto da una modulazione a portante soppressa (38 kHz) del segnale differenza A — B. In ricezione la portante a 38 kHz viene ripristinata mediante la trasmissione di un segnale di sincronismo (frequenza pilota a 19 kHz) di piccola ampiezza.

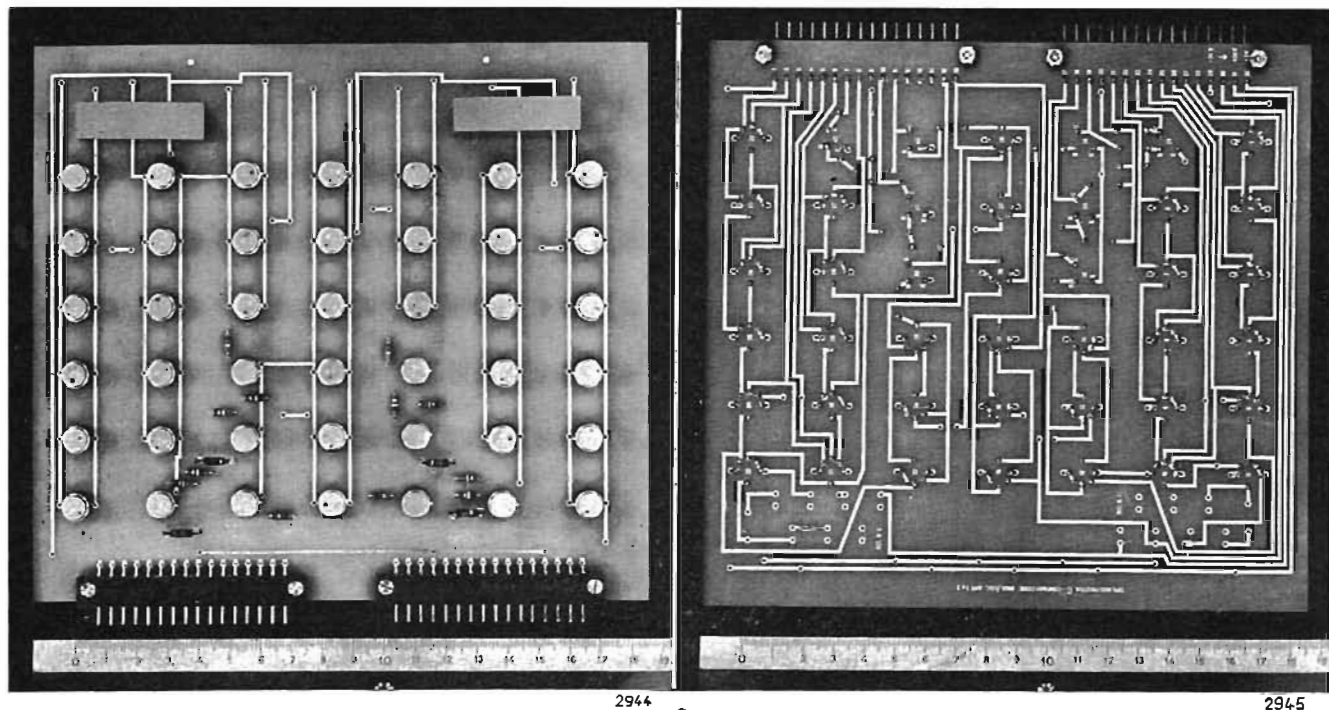



Fig. 12*a* - 12*b*. — Circuito stampato componente l'automatismo per impianti trasmittenti TV (fronte e verso). Sono visibili gli elementi micrologici NOR formati ognuno da 3 transistori e 4 resistenze. Sono inoltre visibili due blocchetti normalizzati realizzanti tempi di ritardo compresi da 5 a 30 secondi.

avviene paragonando tra loro i due segnali; nel caso che quello preferenziale venga a mancare o risulti di ampiezza insufficiente, viene effettuata la commutazione sulla riserva. Si provvede inoltre a confrontare il segnale in entrata al trasmettitore con quello fornito dal demodulatore all'uscita del trasmettitore. Nel caso che si manifestino differenze di ampiezza superiori a certi limiti, il trasmettitore viene sostituito con quello di riserva (che in molti casi può essere costituito da un ripetitore).

Oltre al segnale demodulato, il controllo è sensibile anche al livello della radiofrequenza in uscita ed al rapporto di onde stazionarie sul cavo d'antenna.

Poiché l'automatismo agisce direttamente sugli organi di comando degli apparati (accensione, inserzioni delle tensioni anodiche, commutatore d'antenna e distribuzione della rete di alimentazione) ed inoltre contiene il selettore dei segnali in arrivo, esso viene impiegato anche come organo terminale di eventuali telecomandi. Cioè, qualora l'impianto sia comandabile a distanza, è possibile stabilire un determinato stato di funzionamento bloccando totalmente o parzialmente l'automaticità del dispositivo. Ogni manovra è segnalata da una lampada spia locale con possibilità di eventuale telesegnalazione.

È ovvio che il dispositivo deve dare il massimo grado di affidamento senza richiedere una particolare cura nella manutenzione. È stato quindi realizzato impiegando esclusivamente semiconduttori ed usando i relè solo come organi di comando in uscita per effettuare le manovre sugli apparati e per le commutazioni dei segnali d'entrata.

Una sezione del dispositivo contiene i circuiti che determinano i criteri secondo i quali agisce l'automatismo a seguito delle informazioni che escono dalla sezione di controllo, oppure inviate a mezzo telecomando. Questa sezione è essenzialmente costituita da numerosi circuiti logici elementari tipo NOR identici tra di loro e da alcuni circuiti temporizzatori RC.

La parte principale della sezione di verifica e controllo è composta dai comparatori dei segnali video ed audio.

Il comparatore è l'elemento più delicato di tutto il dispositivo, dovendo stabilire se esistono differenze sostanziali tra due segnali e giudicare, secondo una certa logica, se e quale dei due segnali deve essere trasmesso. Per semplicità i soli elementi del segnale considerati sono: l'ampiezza, il momento di apparizione e scomparsa, l'entità del rumore caotico.

Fanno parte di questa sezione anche i circuiti a soglia azionati dai rivelatori di picco della potenza a RF diretta e riflessa.

L'alimentazione di tutto il dispositivo è fornita da due alimentatori collegati in parallelo attraverso diodi in modo da assicurare la continuità di esercizio, sia per avaria, sia per mancanza di rete ad uno di essi (le sorgenti di alimentazione sono di norma una preferenziale ed una di riserva).

L'intero dispositivo è stato progettato per le esigenze più complesse sinora previste, cioè per un impianto costituito da due trasmettitori TV-UHF da 1 kW alimentato da una rete preferenziale che deve venire di volta in volta commutata sul trasmettitore inserito in antenna.

I segnali video di entrata sono 4, dei quali 2 selezionati automaticamente. Altrettanto dicasi per i segnali audio.

Tutte le manovre sono automatiche secondo i concetti sopra esposti, oppure imposte con telecomando di tipo persistente ovvero impulsivo.

L'automatismo, realizzato in un primo prototipo con transistori con una logica DCTL [1] che impiega

[1] DCTL - Direct coupled transistor logic. (Logica a transistori ad accoppiamento diretto).

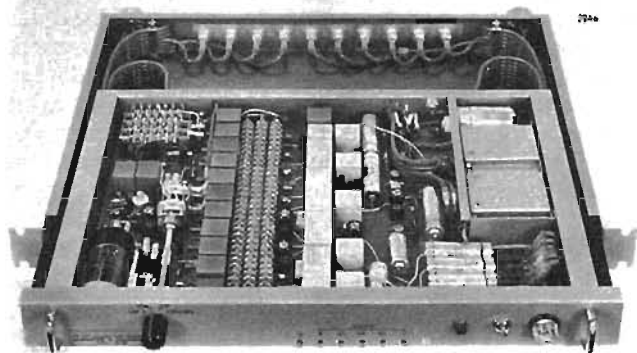



Fig. 13. — Generatore di sincronismi TV. Sono visibili i gruppi dei circuiti logici: bistabili, circuiti AND e mono-bistabili ad alta velocità di commutazione. Si può notare la grande compattezza della realizzazione. La potenza assorbita è 14 W.

un grande numero di circuiti NOR (²) uguali, si presta in modo particolarmente vantaggioso all'utilizzazione dei circuiti micrologici, anziché dei normali transistori.

Tra i vantaggi dei circuiti micrologici elenchiamo i seguenti:

1) Minore ingombro. Ciò non permetterà di ridurre le dimensioni esterne dell'apparecchiatura, già abbastanza ridotte, ma, mediante una riduzione del cablaggio, del numero delle spine e delle piastre, ne ridurrà il costo aumentandone il grado di affidamento. È inoltre da tenere presente che per l'impiego di circuiti logici nei centri con trasmettitori onda media può rendersi necessaria la schermatura delle apparecchiature.

2) Necessità di una sola alimentazione. Ciò è conseguenza del fatto la che corrente di dispersione, negli elementi attivi impiegati nei circuiti micrologici, ha valori così bassi che il transistore si mantiene interdetto anche senza l'impiego di una tensione di blocco.

3) Minore assorbimento. La potenza assorbita si riduce a 1/6 circa. Se però si considera l'intera apparecchiatura bisogna tenere presente che la tensione che deve erogare l'alimentatore stabilizzato diminuisce da 24 V a 3 V e con essa la potenza richiesta.

4) Probabile minor costo del singolo elemento NOR.

5) Più alto grado di affidamento. Deriva essenzialmente dal minor numero di connessioni saldate necessarie. All'interno dell'elemento micrologico infatti, le funzioni circuitali sono ricavate per trattamento chimico-fisico differente da punto a punto e da strato a strato di un'unica lastra di silicio, senza connessioni.

Fig. 14. — Distributore di segnali video. Sono visibili sul davanti i dieci punti di controllo delle uscite. La potenza assorbita è di 12 W.

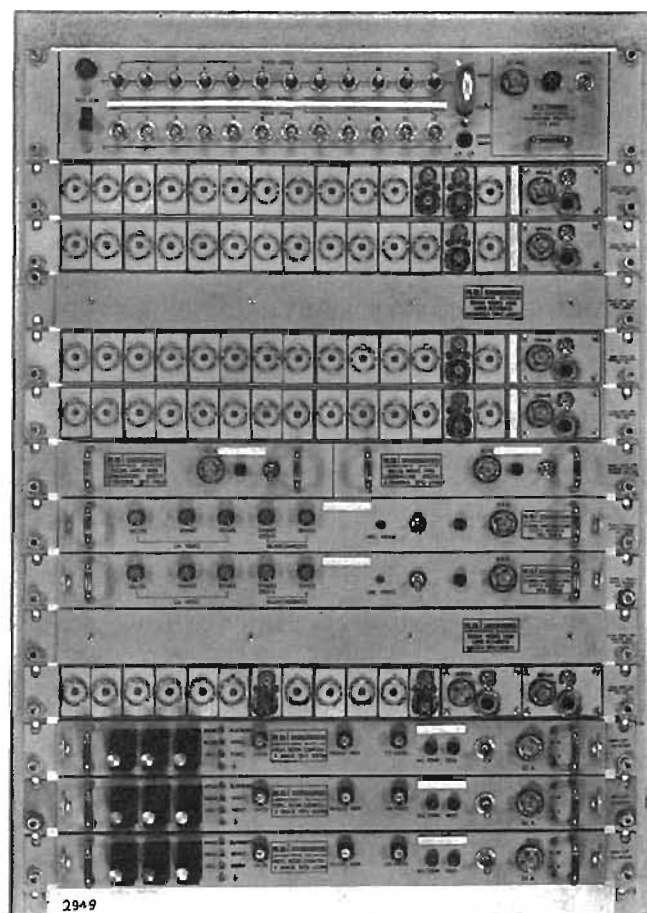
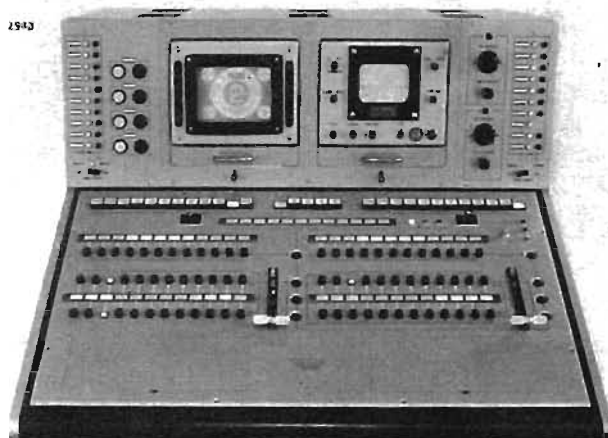



Fig. 15*a*. — Consolle di comando del «mixer» video. La consolle è munita anche di monitore e oscillografo, nonchè di comandi per la partenza delle macchine di registrazione video. Fig. 15*b*. — Parte elettronica del «mixer» video. È formata di 12 gruppi: 5 di commutazione, 2 di sfumo, 3 di somma dei sincronismi, 1 doppio per gli «effetti» ed 1 per organi ausiliari. Ogni gruppo di commutazione contiene 12 commutatori doppi elettronici ognuno estraibile ad innesto.

(²) NOR - Inverted « or ». Circuito « o » con inversione. Sull'uscita collegata ai collettori di tre transistori con resistenza di carico comune vi è un potenziale positivo, cioè un segnale « 1 », quando su *nessuno* delle tre entrate, collegate alle basi, è presente un potenziale positivo, cioè un segnale « 1 ».

Sono state effettuate con esito favorevole le prove di funzionamento con temperature comprese tra 0° C e 100 °C ed in presenza di disturbi indotti per via diretta (tensione di disturbo sovrapposta al segnale di comando) e da campi esterni.

3. Video.

I principali lavori in corso in questo settore sono essenzialmente due: la transistorizzazione degli apparati video e gli esperimenti per la televisione a colori.

a) Generatori di sincronismi TV.

È in fase di ultimazione il nuovo prototipo a trasistori. Il circuito è originale e formato principalmente da elementi logici precostituiti montati in blocchetti di mm 20 × 20 × 15 collegati convenientemente fra loro su un'unica piastra con circuito stampato.

I circuiti usati sono sostanzialmente di 3 tipi:

a) bistabile convenzionale a media velocità di commutazione usato per la catena dei divisori (1/625);

b) circuiti logici tipo AND per la formazione e la combinazione delle « porte »;

c) mono-bistabili ad alta velocità di commutazione (40 ÷ 60 nano sec.) per la formazione dei segnali di uscita.

In tutto sono impiegati 30 blocchetti oltre a 31 transistori per le varie parti di circuito non ripetitive che si trovano nel generatore di sincronismi quali: l'oscillatore principale (a quarzo o libero), il ponte di fase per l'asservimento alla rete di alimentazione ecc.

Questa soluzione consente un considerevole risparmio di spazio: la apparecchiatura ha dimensioni 43 × 400 × 350 mm (una unità standard), oltre che una più agevole ricerca dei guasti.

b) Distributori video.

Il distributore video fornisce 10 uscite uguali di segnale video ognuna con impedenza interna e di carico di 75 ohm e livello massimo di 1,5 Volt. L'uguaglianza delle uscite, caratteristica fondamentale del distributore, è assicurata a mezzo di una resistenza ad alta stabilità. Questa caratteristica è stata ottenuta mediante uno stadio di uscita formato da un transistore di potenza controreazionato con impedenza interna bassissima. Da questo si dipartono i 10 partitori di uscita formati da resistenze da 75 ohm. Il sistema assicura una grande indipendenza delle uscite tra loro. La larghezza di banda è di 10 MHz, la fase differenziale minore di 0,5°, l'ampiezza differenziale 2%. La potenza assorbita è di 12 VA.

c) Mixer video.

Le immagini che provengono dalle varie telecamere di uno Studio nonché dai telecinema o registratori magnetici devono essere commutate e miscelate tra loro in modo da formare il montaggio elettronico dello spettacolo. Questo avviene mediante il mescolatore o «mixer» nella regia video agli ordini del regista.

L'attuale mixer è progettato in modo da poter effettuare, mediante trasistori, la commutazione tra 12 segnali video d'entrata sincroni o non sincroni. Le commutazioni sono effettuate nell'intervallo di cancellazione di quadro in modo da non produrre scrosci sull'immagine. In altre parole quando viene premuto il pulsante la commutazione non avviene immediatamente, ma aspetta che sia finito il quadro per cominciare il quadro successivo con la nuova immagine. Ogni complesso è costituito da due mixer uguali, ognuni completo di effetti speciali a tendina orizzontale, verticale o mista; questa soluzione consente effetti combinati con i due mixer in serie. I due mixer possono anche essere usati indipendentemente: uno per il segnale che in quel momento è in trasmissione e l'altro per preparare il segnale che andrà subito dopo in trasmissione (predisposizione).

Ogni complesso è formato da 1.166 transistori, tutti posti su circuiti stampati, i quali sono resi estrai bili mediante connettori ad innesto.

d) Monitore.

La transistorizzazione del monitore anche se non ha consentito notevoli riduzioni d'ingombro, poiché

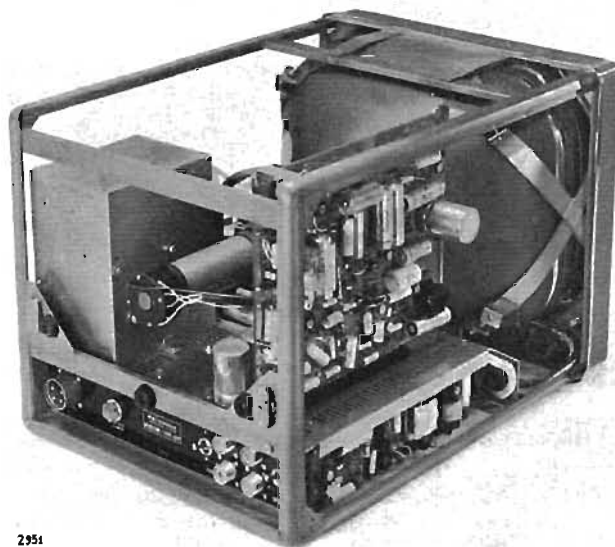



Fig. 16*a* - 16*b*. — Monitore video da 14" con e senza involucro. I circuiti stampati sono a connettori ad estrazione.

quest'ultimo è determinato dal cinescopio, ha però permesso di ridurre l'assorbimento a 43 VA massimi invece dei 150 VA richiesti dal tipo a valvole. Inoltre l'uso dei trasistori aumenta la stabilità nel tempo e ne diminuisce fortemente la manutenzione.

e) Regolazione automatica della profondità di modulazione.

Mediante l'inserzione di opportuni segnali in una riga della cancellazione di quadro (barra al livello del bianco) è possibile mantenere automaticamente la profondità di modulazione dei trasmettitori TV ad un valore corretto senza la necessità di un continuo intervento di un tecnico. È in fase di studio l'automatismo relativo. Il problema è complicato dal fatto che il segnale video non deve, in nessun caso, superare il livello del segnale di guardia (barra bianca). Questo richiede l'introduzione di un controllo automatico di livello dei segnali video in origine.

f) Telecamera.

È stato ultimato il prototipo di una telecamera ad image orthicon da 3" per riprese esterne TV. La telecamera, completamente transistorizzata, è particolarmente leggera ed ha un ridottissimo consumo di energia (circa 80 W), ricavabile direttamente da batterie a 24 V. Questo basso assorbimento è stato reso possibile anche dall'originale tipo di regolatore dell'alimentatore che mantiene costante il rendimento (dell'ordine del 93%) al variare della tensione della batteria.

Otticamente è equipaggiata con un solo obiettivo a focale variabile tipo Vorotal V con comando interno alla telecamera, conservando tuttavia la possibilità di sostituzione con altri tipi di obiettivi a focale variabile utilizzando comandi già previsti sulla telecamera stessa. La lunghezza focale è riportata sul mirino elettronico mediante indicazione a nastro scorrevole.

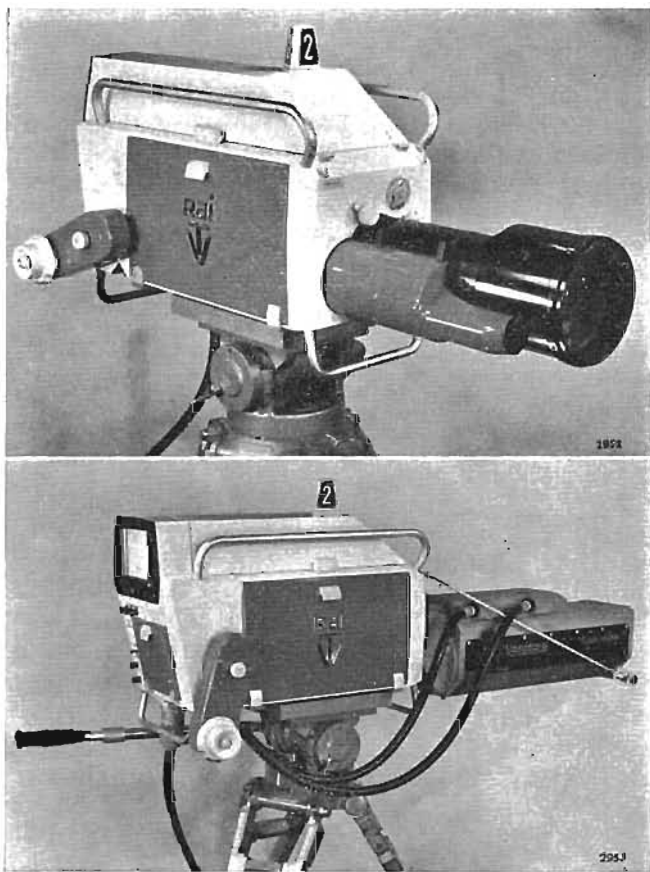



Fig. 17*a*-17*b*. — Telecamera per riprese esterne ad image orthicon da 3" con i due obiettivi a distanza focale variabile: in alto da 40 a 400 mm, in basso da 100 a 1000 mm. La telecamera usa per il primo obiettivo i suoi comandi interni per il secondo comandi flessibili.

Fig. 18. — Controllo per telecamera che contiene i circuiti di alimentazione e di regolazione della telecamera. Il pannello di comando è estraibile e può essere montato anche a distanza.

Il controllo della telecamera, alimentatore compreso, occupa uno spazio di soli 15 cm di altezza di telaio normalizzato, Il peso della telecamera senza obiettivo è di circa 30 kg. Il cavo di collegamento tra telecamera e controllo è previsto per una lunghezza massima di 300 m. Il ritardo introdotto dal cavo è compensato automaticamente.

g) Televisione a colori.

Il Laboratorio Ricerche si è dedicato intensamente alle esperienze comparative di televisione a colori nei tre sistemi proposti in sede internazionale NTSC, SECAM e PAL. Queste esperienze rientrano nel quadro di lavoro dell'UER (Unione Europea di Radiodiffusione) al fine di addivenire ad una scelta unica per tutta l'Europa.

Per il sistema PAL sono stati progettati e costruiti gli apparati di codificazione e decodificazione poiché non sono reperibili sul mercato.

Nell'ottobre 1963, in collaborazione con la Direzione Tecnica Televisione, furono fatti a Roma esperimenti comparativi dei tre sistemi in presenza di distorsioni tipiche alla presenza delle Autorità competenti Nazionali ed Internazionali.

Successivamente sono proseguite le ricerche su nuovi sistemi di decodificazione. In particolare è stato realizzato un decodificatore PAL con oscillatore locale della sottoportante senza il cristallo di quarzo (nuovo PAL). Questa versione elimina anche gli errori di

Fig. 19. — Automezzi attrezzati per esperimenti di televisione a colori. Un automezzo è munito: di antenna telescopica ad elevazione idraulica fino ad una altezza di 20 metri, di ricevitori professionali, di misuratori dell'intensità di campo e delle apparecchiature per le registrazioni dei parametri caratteristici del segnale video a colori. Il secondo automezzo contiene i ricevitori a colori per i tre sistemi NTSC, PAL e SECAM su cui sono state effettuate le valutazioni soggettive di qualità. Un terzo automezzo fornisce l'energia necessaria a tutto il complesso.

desaturazione e consente più facilmente la registrazione video magnetica.

È stato anche realizzato e proposto all'Unione Europea di Radiodiffusione, una modifica allo Standard PAL in cui il segnale di identificazione di colore è affidato alla fase del burst anziché ad appositi impulsi posti nella cancellazione di quadro. Questo decodificatore non ha più bisogno del commutatore bistabile nel ricevitore.

Altro lavoro inerente alla televisione a colori è la registrazione in modo continuo e per tutta la durata serale delle normali trasmissioni del secondo programma TV dei parametri caratteristici della televisione a colori e cioè l'ampiezza differenziale, fase differenziale e l'ampiezza della sottoportante. Allo scopo sono stati studiati e costruiti speciali apparati che inseriscono su tre righe della cancellazione di quadro la sottoportante di colore: per le prime due righe al livello del nero, per la terza riga la sottoportante è sovrapposta ad un dente di sega dal nero al bianco. In ricezione, mediante una normale linea di ritardo ad ultrasuoni, si ritarda il segnale di una riga e dal confronto su un discriminatore del segnale diretto con quello ritardato si ha l'indicazione della fase differenziale. L'ampiezza della sottoportante e l'ampiezza differenziale vengono ottenute mediante rivelazione di picco.

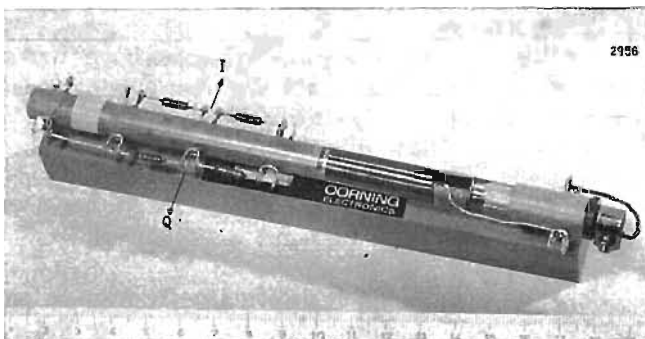



Fig. 20. — Linea di ritardo ad ultrasuoni per ricezione a colori con il sistema PAL. La linea è corredata dei circuiti compensativi e di somma e fornisce direttamente le due informazioni cromatiche I e Q senza l'impiego di elementi attivi.

È stata condotta una campagna di ricezione a colori nei tre sistemi in Piemonte e Valle d'Aosta proseguita per circa 3 mesi con due automezzi appositamente attrezzati.

In collaborazione con l'Istituto Nazionale Galileo Ferraris è stata svolta una campagna di ricezione a colori, coordinata dalla Commissione Nazionale per la Televisione a Colori, presso normali utenti della città di Torino.

In collaborazione con la Direzione Tecnica Televisione sono state eseguite prove di registrazione video magnetica con i sistemi SECAM e PAL.

Sono in corso esperimenti sui ricevitori a colori per i tre sistemi, anche in collaborazione con l'industria, a fine di valutare il comportamento, la stabilità e la facilità d'uso da parte del pubblico. A questo scopo è stato anche costruito, con concetti di economicità e riproducibilità, la parte decodificatrice per il ricevitore PAL industriale tipo « nuovo PAL ».

Diversi ricevitori a colori RCA sono stati adattati alla ricezione combinata dei sistemi NTSC e PAL. Questi ricevitori sono particolarmente adatti alle prove di confronto tra i due sistemi.

Sono stati eseguiti esperimenti comparativi tra i sistemi NTSC e PAL in relazione alle interferenze tra i segnali di luminanza e quelli di crominanza.

4. Collegamenti video ed audio.

In questo settore si progettano gli apparati inerenti ai collegamenti in cavo coassiale ed in ponte radio.

a) Collegamenti video su cavo coassiale.

I Centri di produzione TV sono collegati ai rispettivi centri trasmittenti mediante collegamenti video

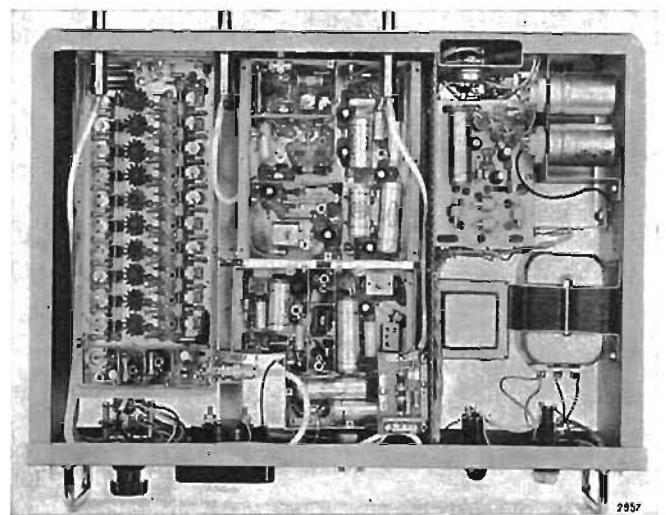



Fig. 21. — Collegamento video in cavo coassiale a frequenza portante a 20 MHz. Impiega la modulazione di ampiezza con entrambe le bande laterali (± 7 MHz a livello). La foto mostra il modulatore. Da notare, sulla parte sinistra, l'amplificatore lineare finale di tipo « distribuito » formato da dieci sezioni con due transistori ognuna.

Fig. 22. — Collegamento TV con mezzi in movimento. Una telecamera ad image orthicon sistemata su un'auto ed una telecamera a vidicon su moto seguono l'avvenimento da trasmettere. Ognuno dei mezzi è fornito di trasmettitore ed antenna. Un elicottero si mantiene entro il cono d'irradiazione delle antenne sopraddette ad un'altezza da esse compresa da 500 a 1500 metri. L'elicottero è equipaggiato con due ricevitori ed un trasmettitore che rinvia il segnale a terra dove un apposito automezzo attrezzato riceve il segnale video per essere inviato al pullman di regia.

su cavo coassiale della lunghezza di qualche chilometro. Per questo scopo il collegamento diretto a video frequenza è poco opportuno a causa della forte diversità di comportamento tra le frequenze più basse e e quelle più elevate a video frequenza; occorrerebbero equalizzatori a molte cellule e il comportamento sarebbe inoltre funzione della temperatura. Il problema è ulteriormente complicato dalle correnti vaganti nel terreno a frequenza di 50 Hz e relative armoniche (ritorni di corrente di tranvie, ecc.).

È opportuno quindi traslare di frequenza per non interessare le frequenze basse. La semplice traslazione di frequenza deve essere però equalizzata a causa del diverso comportamento del cavo alle varie frequenze.

Si preferisce modulare in ampiezza una portante, in questo modo, oltre ad avere una apparecchiatura assai semplice, la compensazione che si ha sul comportamento del cavo tra le due bande laterali inferiore e superiore permette di eliminare l'equalizzazione, almeno per le brevi distanze, di qualche chilometro,

Fig. 23. — Auto FIAT 2300 attrezzata con telecamera ad image orthicon da 3" e trasmettitore per il collegamento con l'elicottero. All'interno è visibile il tecnico al controllo camera. Il complesso è alimentato da un gruppo elettrogeno sistemato nella parte posteriore dell'auto. Attualmente è in fase di costruzione la versione a transistori alimentata a batterie. Sono visibili l'antenna ad elica per il collegamento video e l'antenna a stilo per il collegamento telefonico.

che ci interessano. Anche l'influenza della temperatura è praticamente nulla.

La portante deve avere una frequenza non troppo alta, per non aumentare eccessivamente l'attenuazione del cavo, ma deve essere superiore alle gamme delle video frequenze per facilitare la separazione tra radiofrequenza e frequenze modulanti. È stata scelta la frequenza di 20 MHz.

L'apparecchiatura costituita da modulatore e demodulatore è completamente transistorizzata.

Notevole è l'amplificatore distribuito a 20 MHz del modulatore.

b) COLLEGAMENTO TV CON MEZZI IN MOVIMENTO.

Le riprese di televisione con telecamera in movimento montate su auto e moto sono particolarmente interessanti per avvenimenti di attualità. Basti pensare alle riprese effettuate in occasione dell'insediamento del Presidente della Repubblica, della visita del Presidente Kennedy, dell'inaugurazione dell'Autostrada del sole, del giro ciclistico d'Italia, ecc.

Il collegamento è effettuato tramite elicottero che funziona da ripetitore intermedio.

Fig. 24. — Moto Harley-Davidson equipaggiata con telecamera a vidicon e trasmettitore per collegamento con l'elicottero. La moto è più adatta dell'auto nel caso di necessità di piccolo ingombro come talvolta accade per le corse ciclistiche, ed in cui può essere valida anche la telecamera a vidicon. L'alimentazione è fornita al complesso da una batteria con elevatori di tensione a transistori.

Le telecamere, in genere due, una ad image orthicon montata su auto FIAT 2300 ed una a vidicon montata su moto, alimentano ciascuno un proprio trasmettitore a modulazione di frequenza (gamma di frequenza tra i 700 e gli 800 MHz, potenza 5W per l'auto, 2,5 W per la moto). Ogni trasmettitore alimenta una antenna ad elica con diagramma d'irradiazione conico verso l'alto. L'elicottero si mantiene entro questo cono ed è equipaggiato con due ricevitori (i due collegamenti hanno frequenza lievemente diversa). Il tecnico sull'elicottero mediante un piccolo monitore può vedere le due immagini e scegliere quella da inviare a terra mediante un trasmettitore analogo ai precedenti. A terra il centro di ricezione è munito di tre ricevitori e di tre tipi di antenne direttive mantenute puntate verso l'elicottero. L'immagine migliore viene trasmessa.

Fig. 25. — L'elicottero è attrezzato con ricevitori e trasmettitori. Il tecnico, seduto in senso opposto al pilota, controlla gli apparati e commuta sul collegamento verso terra i due segnali video ricevuti. Attualmente è in studio il collegamento doppio completo che eliminerà la necessità del tecnico a bordo.

Attualmente il collegamento è in rifacimento, quasi completamente transistorizzato, eccettuato ovviamente i tubi di potenza in UHF.

Il collegamento sarà tutto in doppio (telecamere, elicottero, impianto a terra). Inoltre ogni collegamento avrà oltre che il video anche l'audio. Quest'ultimo sarà realizzato mediante una sottoportante modulata in frequenza e sovrapposta al segnale video.

c) Ponti radio.

Oltre alle grandi dorsali di ponti radio fissi che percorrono la penisola per collegare i vari centri tra-

Fig. 26. — Automezzo attrezzato per la ricezione video dall'elicottero. Tre diversi sistemi di antenne connessi a tre ricevitori tutti sulla stessa frequenza permettono di scegliere il migliore segnale nelle varie condizioni. La selezione può anche essere automatica.

smittenti, occorrono anche ponti radio piccoli e leggeri (mobili) per i collegamenti occasionali tra i punti di ripresa esterna TV (teatri, stadi sportivi, ecc.) ed il più vicino punto di collegamenti fissi.

Per questo scopo è stato progettato un ponte radio a microonde a 7.000 MHz della potenza di 1 W generata da un Klystron reflex.

Attualmente è in fase di ultimazione il prototipo transistorizzato (eccettuato il Klystron) il quale permetterà una ulteriore riduzione di peso e di ingombro molto apprezzato per gli apparati mobili.

Anche l'assorbimento di potenza è molto basso ed alimentabile direttamente da batterie a 24 volt.

Caratteristica principale di questo ponte radio è che è doppio in ogni sua parte e funzionerà in parallelo rendendo così disponibile una riserva attiva in modo da permettere la scelta tra il migliore dei due

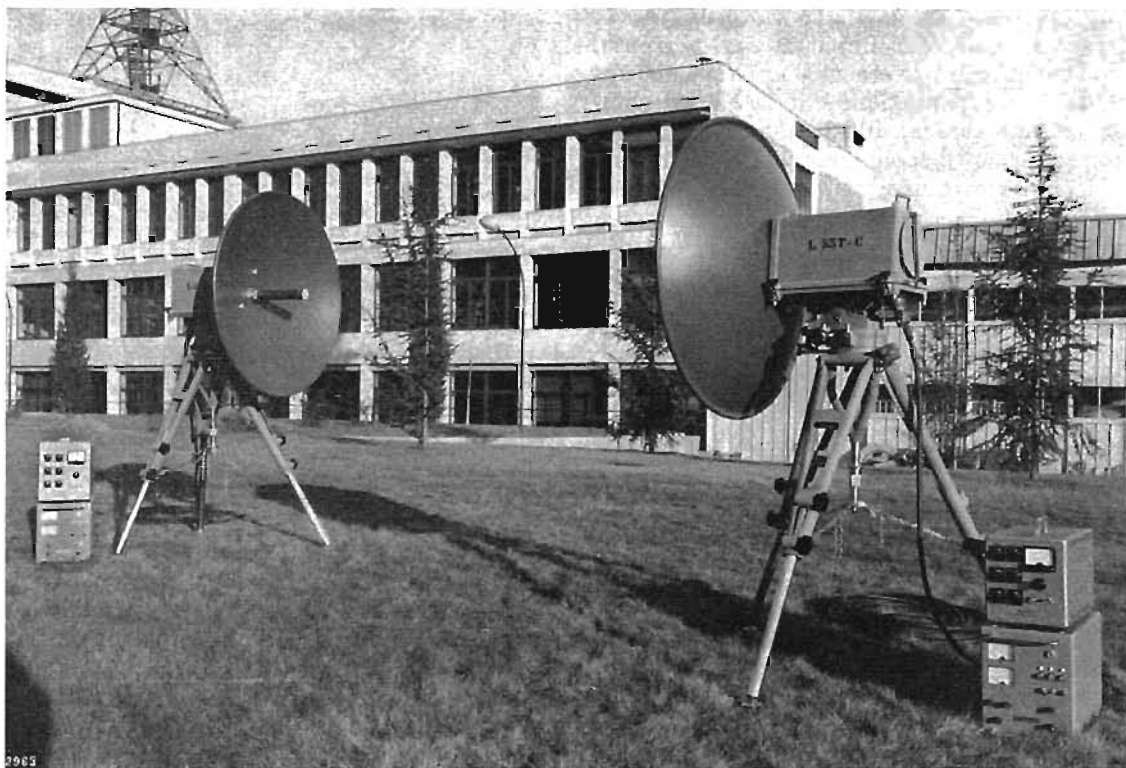



Fig. 27. — Ponte radio a microonde (7000 MHz). È utilizzato per i collegamenti video delle riprese esterne TV, nonché, unitamente al multiplex (visibile in figura), per collegamenti musicali a 6 canali.

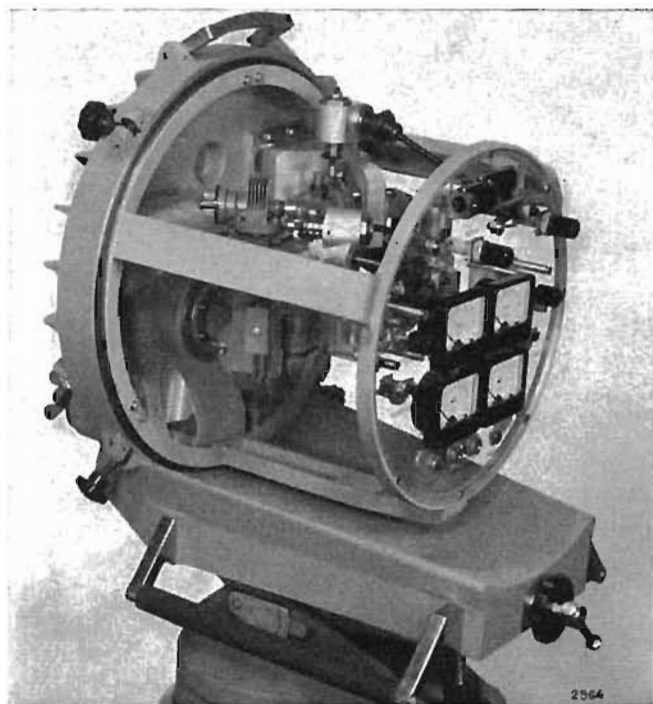



Fig. 28. — Testata del nuovo ponte radio doppio a microonde (7000 MHz). Questo ponte radio consentirà un duplice collegamento, ognuno con segnale video ed audio fornendo così una riserva attiva. Sarà completamente transistorizzato, eccettuato i Klystron.

segnali. L'unico organo di confluenza dei due è l'antenna (illuminatore e paraboloide). I due collegamenti hanno polarizzazioni ortogonali, orizzontale e verticale. Opportuni filtri separano in trasmissione e in ricezione le due polarizzazioni.

d) MULTIPLEX MUSICALI.

I Centri di Produzione radiofonici devono essere collegati ai rispettivi centri trasmittenti distanti qualche chilometro. Solitamente sono collegati mediante cavi fonici, ma talvolta, per vari motivi, si ricorre ai ponti radio. Questi ponti radio devono avere caratteristiche molto particolari: numero di canali limitatissimo (sei nel nostro caso) ed elevatissima qualità. È stato ottenuto questo scopo utilizzando i ponti radio mobili precedentemente descritti corredandoli di un multiplex audio musicale. La modulazione usata è quella ad impulsi modulati in posizione.

È stato scelto questo tipo di modulazione per vari motivi:

a) numero di canali molto basso: 3 per i programmi radio, 2 per l'audio dei programmi televisivi, più uno per eventuale stereofonia o programmi locali (la modulazione ad impulsi è particolarmente indicata per basso numero di canali, mentre per elevato numero di canali è preferibile la trasposizione di frequenza);

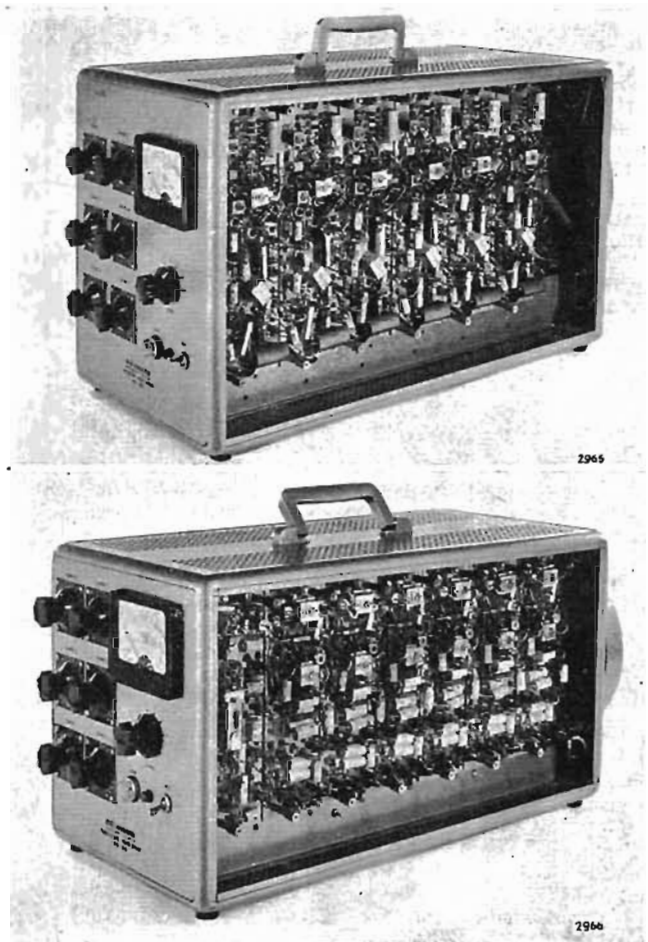



Fig. 29*a* - 29*b*. — Multiplex ad impulsi. Modulatore nella foto in alto, demodulatore in basso. Gli impulsi sono modulati in posizione. Unitamente al ponte radio permette la trasmissione di 6 canali musicali di alta qualità. I multiplex sono contenuti in valigetta portatile. La potenza assorbita di 55 W per il modulatore e 77 W per il demodulatore.

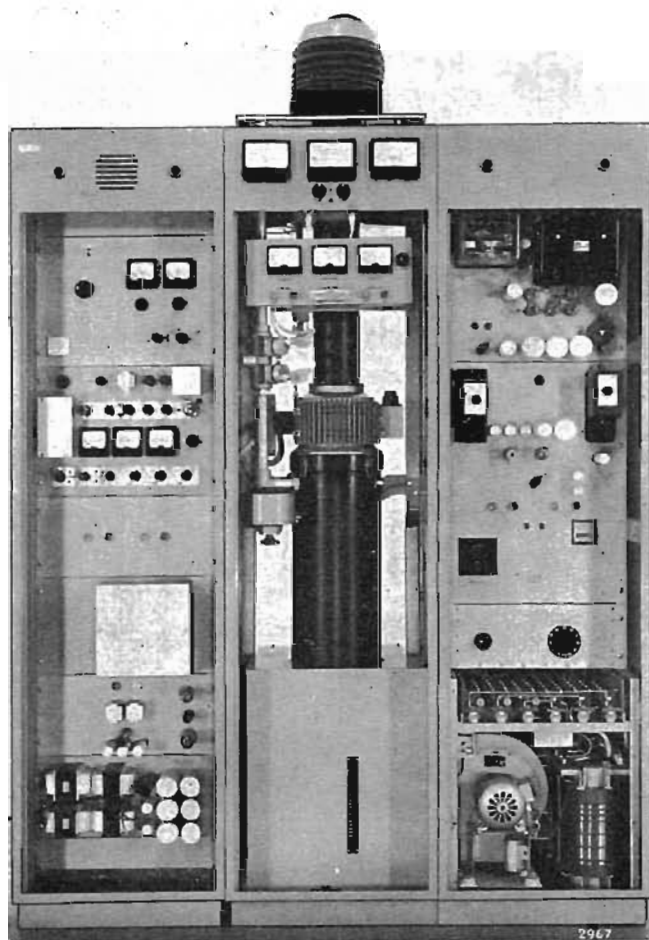



Fig. 30. — Trasmettitore audio a modulazione di frequenza per il servizio radiofonico. Gamma di frequenza 88 ÷ 104 MHz. Potenza 3 kW. Consiste di tre cabine. Quella di sinistra è un trasmettitore da 200 W che può funzionare anche in modo indipendente. La cabina centrale costituisce l'amplificatore da 3 kW equipaggiato con tetrodo a raffreddamento ad aria. Le sintonie sono effettuate mediante motori elettrici. La cabina di destra contiene gli alimentatori, le protezioni e gli automatismi. I raddrizzatori sono tutti al silicio.

b) la modulazione ad impulsi non è sensibile, entro certi limiti, alla non linearità del Ponte Radio usato, pertanto è stato possibile usare i ponti mobili per riprese esterne TV senza alcuna variante;

c) essendo a suddivisione di tempo, consente valori di diafonia non facilmente ottenibili con la trasposizione di frequenza;

d) gli impulsi modulati in posizione consentono un rapporto segnale disturbo ottimo anche per lunghe tratte di Ponte Radio difficilmente raggiungibile con la trasposizione di frequenza.

In sostanza è il sistema ideale nei casi di pochi canali musicali di elevata qualità: a questo fa riscontro una banda di frequenza occupata assai ampia relativamente al numero dei canali.

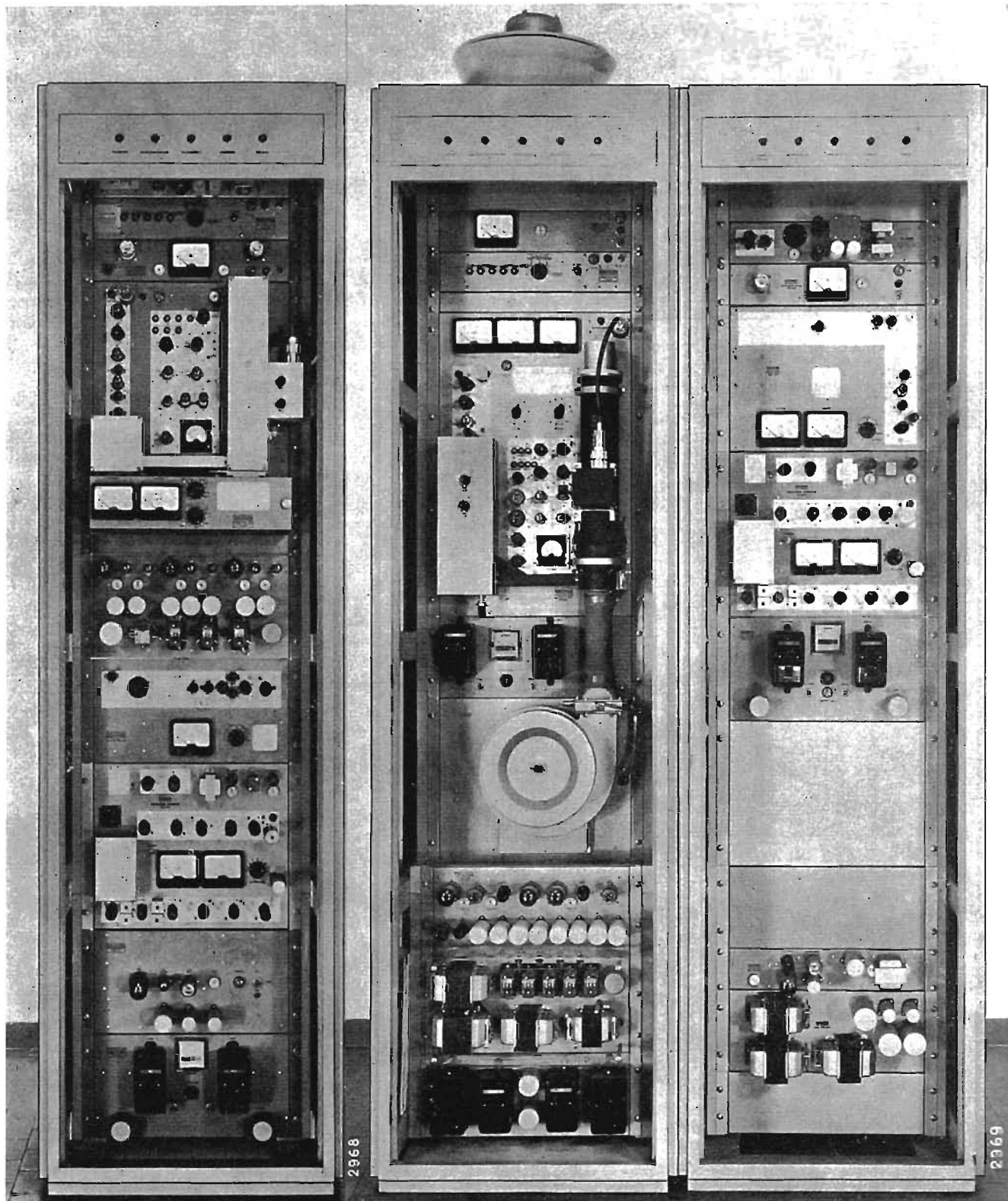



Fig. 31. — Complesso trasmittente TV VHF. Nella parte superiore è sistemato il trasmettitore video da 20 W; nella parte inferiore è sistemato il trasmettitore audio da 5 W. I trasmettitori sono completi di alimentatori ad automatismi.

Fig. 32. — Complesso trasmittente TV VHF in banda III. La cabina di sinistra contiene il trasmettitore video di potenza 200 W, quella di destra contiene il trasmettitore audio di potenza 50 W. I trasmettitori sono completi di automatismi ed alimentatori. Quest'ultimi sono equipaggiati con raddrizzatori al silicio.

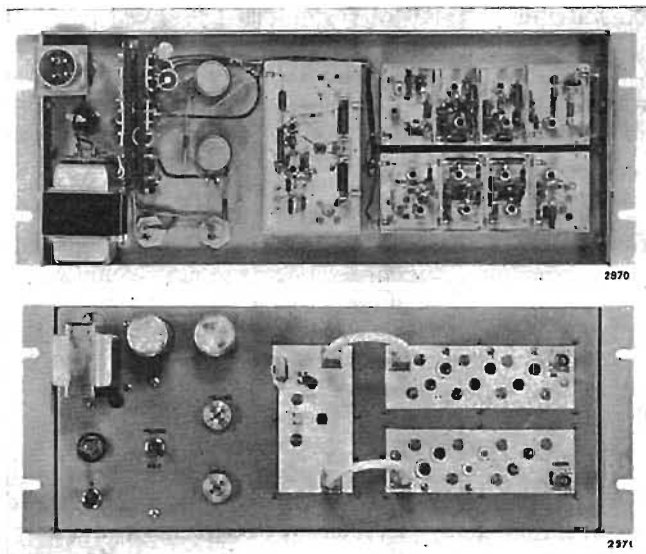



Fig. 33a-33b. — Ripetitore TV a transistori in banda III. Potenza di uscita 0,1 W. Potenza assorbita 4 W (7,5W se si tiene conto dello stabilizzatore).

Il multiplex è totalmente trasistorizzato ed è estremamente compatto e leggero: una semplice valigetta portatile che incorpora anche gli alimentatori.

I pannelli dei 6 canali sono estraibili ed intercambiabili.

5. Trasmettitori e ripetitori.

Sono compiti di questo settore gli studi inerenti ai trasmettitori o ripetitori nonché gli apparati ausiliari di automatizzazione, controllo e misura degli stessi.

a) TRASMETTITORI AUDIO A MODULAZIONE DI FREQUENZA.

Sono stati progettati i trasmettitori da 200 W con amplificatore aggiuntivo da 1 e da 3 kW per il servizio radiofonico (gamma di frequenza da 87,5 a 104 MHz) e, per la televisione, trasmettitori da 50 W a 2 KW.

Il modulatore è del tipo a modulazione di fase ottenuta partendo da impulsi modulati di posizione (Serrasoid). Questo sistema di modulazione permette di usare un generatore controllato a cristallo di quarzo e di avere quindi elevate stabilità di frequenza. Attualmente è allo studio la versione transistorizzata di questo modulatore.

b) TRASMETTITORI TV VIDEO.

Sono stati progettati trasmettitori video da 20 W in banda I e III; 200 W in banda III con relativo amplificatore lineare da 2 kW. È in corso di progetto un trasmettitore da 25 W nella banda IV con particolari caratteristiche per essere usato come eccitatore di amplificatori di potenza a klystron.

Questi trasmettitori vengono particolarmente curati per essere adatti alla trasmissione di segnali televisivi a colori che notoriamente richiedono bassi valori di distorsione di guadagno e fase differenziale.

c) DEMODULATORE DI CONTROLLO.

Per il controllo dei trasmettitori durante le trasmissioni occorrono demodulatori di misura di notevole precisione e stabilità.

È stato progettato e realizzato un demodulatore a transistori che, oltre ad avere basse distorsioni, permette il controllo della profondità di modulazione ed ha un segnale di allarme qualora la profondità di modulazione superi un valore prestabilito (generalmente 90%).

d) MISURATORE DIFFERENZA DI FREQUENZA FRA LE PORTANTI VIDEO ED AUDIO.

L'apparecchiatura consente un controllo di precisione della differenza di frequenza dei trasmettitori audio e video. Questa differenza deve avere una precisione notevole (± 1 kHz) nel caso di trasmissioni

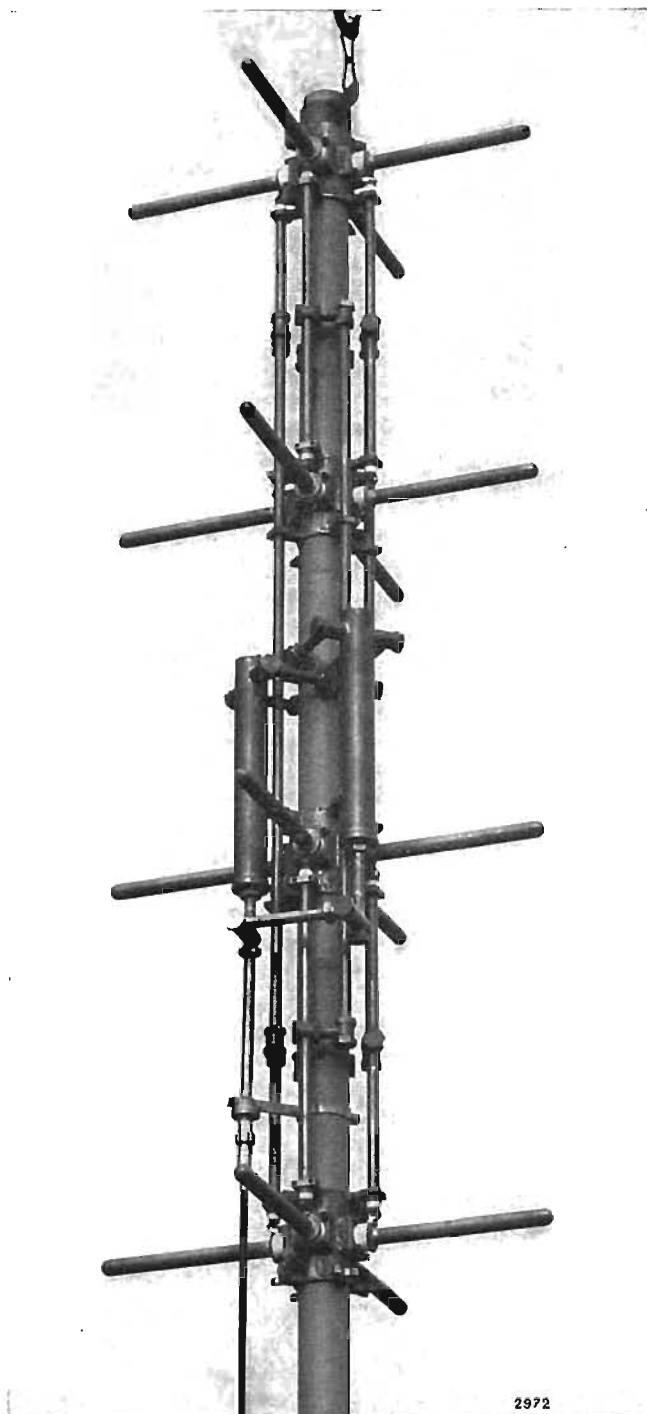



Fig. 34. — Antenna trasmittente TV a diagramma di radiazione circolare per la banda III (VHF), realizzato con dipoli compensati a banda larga.

a colori per rendere minima la visibilità dell'eventuale battimento con la sottoportante di colore. Quando l'errore della differenza di frequenza tra le portanti audio e video supera un limite prefissato, l'apparecchiatura dà una segnalazione di allarme.

Oltre questa funzione l'apparecchiatura serve anche come monitore audio. Cioè permette, durante la trasmissione, di effettuare l'ascolto del suono e di controllarne la percentuale di modulazione. Inoltre, se il trasmettitore video non è modulato, l'apparecchiatura permette di eseguire le misure di distorsione armonica e di rumore di fondo AM ed FM.

e) Ripetitori a transistori.

Nel campo dei ripetitori e convertitori si cerca di raggiungere la completa transistorizzazione degli apparati di piccola potenza. Questo permette, tra l'altro, data la grande riduzione di potenza assorbita, di intravedere la possibilità di una alimentazione autonoma o semiautonoma degli apparati dislocati in zone inaccessibili, particolarmente in alta montagna. La linea elettrica di alimentazione infatti, oltre a costituire uno dei principali costi d'impianto, è anche soggetta a frequenti avarie con conseguenti interruzioni del servizio.

In televisione nel campo VHF dopo il prototipo di potenza 0,1 W di picco video equipaggiato con transistori al germanio, è stato realizzato un apparato della stessa potenza equipaggiato con transistori al silicio, i quali notoriamente possono funzionare anche a temperature più elevate.

Si sta studiando la realizzazione di ripetitori da 1 W di picco video, ma allo stato attuale delle possibilità dei transistori, detta realizzazione appare attuabile per i canali della banda I, mentre per la banda III le difficoltà sono ancora notevoli.

Nel campo di frequenze UHF, per la televisione è in fase di avanzata realizzazione un prototipo di ripetitore con i circuiti per quanto possibile allo stato solido. Attualmente non esistono in commercio transistori che possano fornire potenze sufficienti per le frequenze della banda IV. Nel nostro caso si è transistorizzato la parte ricevente, il primo oscillatore locale coi relativi moltiplicatori di frequenza, il primo convertitore e l'amplificatore a frequenza intermedia. Per il secondo oscillatore locale sono stati montati transistori sullo stadio oscillatore e sui moltiplicatori fino ad una frequenza pari ad un terzo di quella necessaria (107 ÷ 143 MHz), dove ancora si riescono ad ottenere livelli di potenza sufficientemente elevati in classe C, affidando poi l'ultima moltiplicazione ad un Varactor che riesce a fornire la potenza necessaria per pilotare il secondo convertitore parametrico, realizzato con un altro Varactor.

La parte finale dell'apparecchiatura è costituita da un tubo ad onda progressiva (TWT) capace di erogare una potenza di 50 W video in condizioni di grande linearità richiesta per non generare battimenti spuri nel caso di trasmissioni a colori. Questo tubo ha un guadagno di 36 dB e col solo segnale video in bianco e nero potrebbe dare 400 W di potenza di uscita.

È a buon punto lo studio per un convertitore M F per la radiofonia (88 ÷ 104 MHz) da 2 W a transistori; detta potenza può essere abbastanza agevolmente portata a 5 W ed oltre. Il ripetitore da 2 W, già quasi terminato, consuma 0,2 A a 24 Volt c. c. e può essere contenuto in dimensioni assai piccole.

6. Antenne e circuiti a costanti distribuite.

A questo settore sono affidati gli studi inerenti le antenne, i filtri, le linee coassiali e simili, nei campi di frequenza compresi tra i 50 e i 1.000 MHz.

a) Antenne.

È stato studiato e realizzato un dipolo con compensazione coassiale interna che riunisce buone caratteristiche di larghezza di banda con una notevole robustezza meccanica e semplicità costruttiva. Con questo elemento si sono potuti realizzare numerosi tipi di antenne più complesse (bibl. 2).

Un altro tipo di elemento radiante realizzato è « l'antenna a fessura » che si presta molto bene per la banda UHF ed è usata per il 2° programma TV. Essa viene utilizzata, sia singolarmente, sia in combinazioni multiple per comporre sistemi radianti di appropriate caratteristiche. L'interesse di quest'antenna risiede nella sua grande semplicità costruttiva, essendo realizzata con due fessure in onda intera praticate su un piano radiante e racchiuse con una scatola sulla parte posteriore del piano (bibl. 3).

Altri tipi di antenne sono stati realizzati per collegamenti o impieghi particolari. Esempi di questo sono le « antenne ad elica » usate per il collegamento mobile mediante elicottero, di cui si è parlato in altra parte dell'articolo, particolarmente adatta per il collegamento terra-aria, sia per la polarizzazione circolare che per la forma del diagramma di radiazione il quale è un solido di rivoluzione attorno all'asse dell'elica.

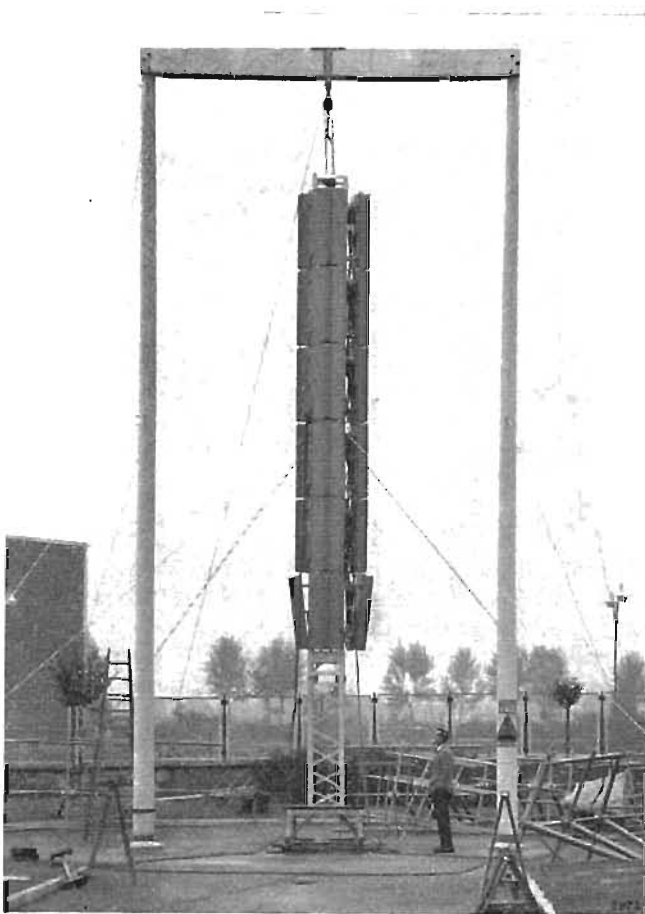



Fig. 35. — Antenna trasmittente TV per la banda IV (UHF) realizzata con 18 elementi a fessura. Il sistema è compensato elettricamente per l'eliminazione degli zeri nell'area di servizio.

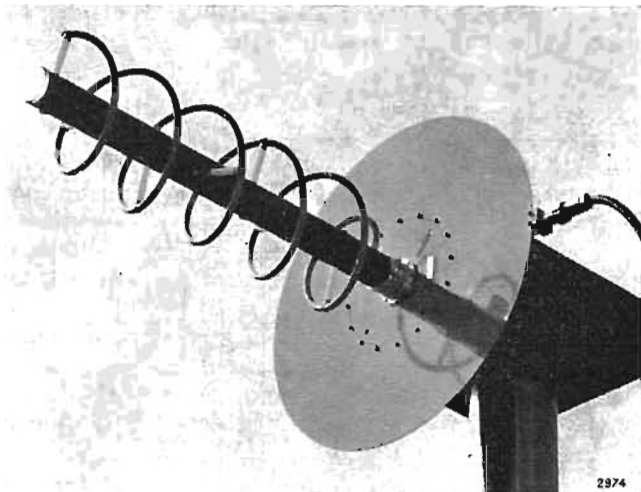



Fig. 36. — Antenna ad elica utilizzata per il collegamento terra-aria mediante elicottero.

Altro esempio è l'antenna logaritmica, che per le sue caratteristiche di banda la rendono utile in alcune particolari applicazioni (es. antenne per misure di campo).

Le misure delle antenne vengono eseguite sollevando le stesse mediante elevatori idraulici situati sul tetto-terrazza dell'edificio e per le più grandi, sollevandole su torri di legno disposte in un ampio spazio sistemato a giardino.

b) Filtri.

Si può dire che ogni impianto trasmittente necessita di filtri a costanti distribuite per le combinazioni, separazioni e soppressioni di frequenze.

Per la radiofonia, i tre programmi trasmessi a modulazione di frequenza vengono combinati, su una antenna comune, mediante un filtro che impedisce l'interazione tra i trasmettitori. Nel progetto di tale filtro è stata particolarmente curata la limitazione delle perdite, sia per rendere minime le derive termiche, sia per ottenere il massimo rendimento.

Per l'entrata in funzione delle trasmissioni stereofoniche a modulazione di frequenza è stato di recente allestito un secondo tipo di filtro per mescolare, sulla stessa antenna, la potenza già combinata dei primi tre trasmettitori alla potenza del quarto trasmettitore stereofonico.

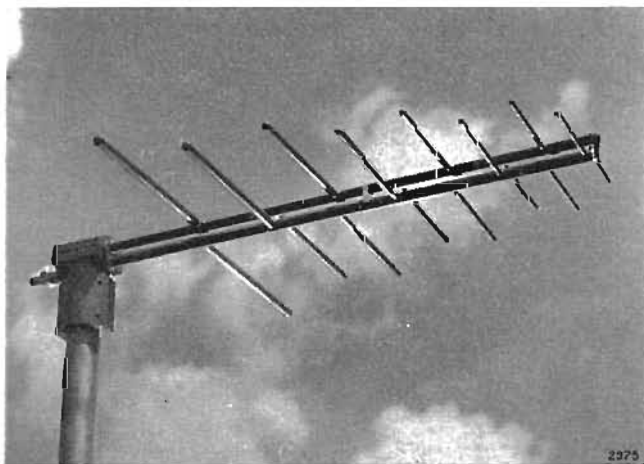



Fig. 37. — Antenna logaritmica utilizzata per misure d'intensità di campo. La caratteristica di questa antenna è quella di realizzare larghezze di banda molto elevate essendo il suo comportamento aperiodico con la frequenza.

Nel progetto integrale di un complesso costituito da quattro trasmettitori, è possibile realizzare un filtro di combinazione di quattro trasmettitori su un unico cavo di antenna. Nel caso della nostra rete tuttavia, ove gli impianti sono funzionanti da parecchi anni con tre programmi, l'aggiunta di un quarto trasmettitore ha consigliato lo studio di una soluzione che consentisse la completa utilizzazione delle installazioni già esistenti.

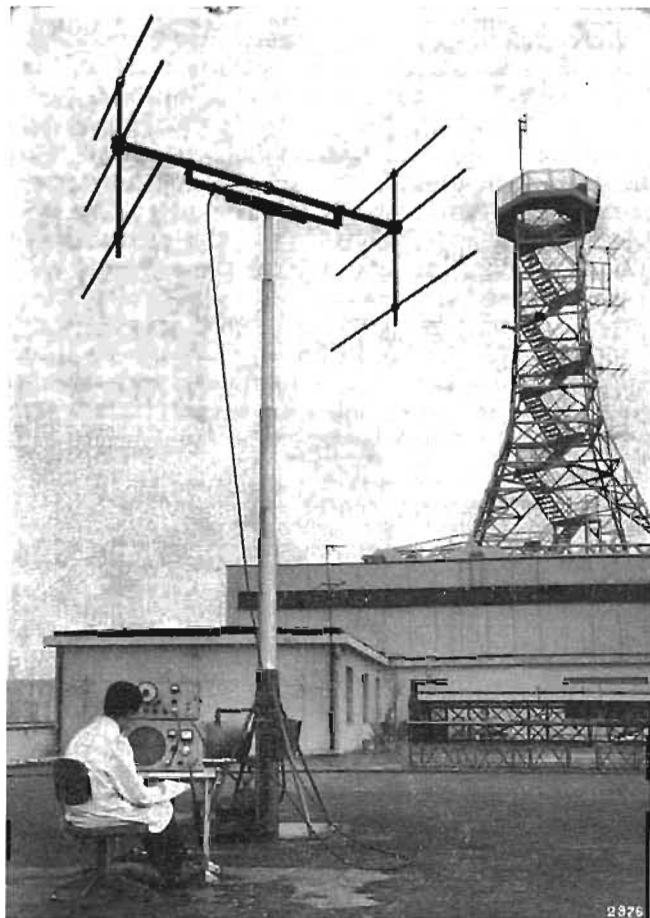



Fig. 38. — Misura d'impedenza di un'antenna yagi a due piani realizzata con dipoli a larga banda. L'antenna è sollevata mediante uno degli elevatori idraulici posti sul tetto-terrazza dell'edificio.

Anche per la televisione si pone il problema di irradiare sulla stessa antenna la potenza corrispondente al trasmettitore video e a quello audio. Per i filtri combinatori TV progettati, è stato utilizzato, nella maggioranza dei casi, un circuito a doppio ponte bilanciato, per le sue ottime caratteristiche. La sua proprietà fondamentale è quella di mantenere l'impedenza d'entrata video costantemente adattata anche alle frequenze più prossime all'audio ove già i circuiti che stabiliscono il fronte di taglio dànno luogo ad una parziale riflessione. Con questo principio sono stati realizzati vari tipi di filtri combinatori fino alla potenza di 25 kW video e 6 kW audio.

In alcuni di questi filtri è stato conglobato anche il circuito vestigiale per la soppressione parziale della banda inferiore di modulazione video (bibl. 4).

Un'applicazione del tutto diversa di circuiti a costanti distribuite, è rappresentata dai « filtri separatori » utilizzati in impianti ripetitori televisivi. Questi filtri servono a separare i segnali a radiofrequenza

audio e video ove per disturbi di propagazione sul collegamento dovuti ad affievolimenti (fadings) selettivi o per la necessità di ottenere da determinati stadi amplificatori una maggior potenza, i segnali audio e video sono convertiti e amplificati in canali separati (bibl. 5).

Un'altra categoria di filtri è stata progettata per risolvere i problemi di interferenze sorti con lo sviluppo della rete dei ripetitori TV e FM.

Si tratta in genere di eliminare in trasmissione varie frequenze spurie quali i prodotti di intermodulazione tra video e audio (separati dalla portante video per multipli di 5,5 MHz) oppure di evitare in ricezione l'entrata di frequenze prossime al canale ricevuto (portante di canali adiacenti, portanti MF e relative armoniche, portante di altri servizi, ecc.).

Si sono a questo scopo creati alcuni tipi di filtri, sia del tipo passabanda, sia del tipo ad alta attenuazione di una banda stretta, in cui le potenze in gioco sono generalmente modeste, ma che necessitano di grande stabilità, facilita di regolazione, flessibilità di impiego, ingombro ridotto.

La necessità di questi filtri spesso appare quando l'impianto è in fase di ultimazione e pertanto il loro approntamento diviene molto urgente. Si è ritenuto conveniente studiare delle cavità normalizzate a parametri variabili tali da poter essere rapidamente combinate e tarate in modo da costituire tutti i tipi di filtri atti a risolvere i problemi che sorgono ad ogni nuova installazione di ripetitori.

c) Linee e carichi artificiali.

I trasmettitori hanno bisogno, per le misure ed i controlli periodici di carichi di potenza adeguata e d'impedenza molto precisa. Sono stati progettati vari tipi di tali carichi da 2 W a 2 kW, con frequenza di utilizzazione fino a circa 1000 MHz. Il tipo da 2 kW è raffreddato in olio. È in fase di studio un carico da 10 kW raffreddato con circolazione d'acqua.

Per le necessità dell'automazione, sono stati realizzati vari tipi di commutatori coassiali a motore, telecomandati fino a potenze di 25 kW.

7. Collaudi e riparazioni.

Questo settore svolge il lavoro di collaudo relativo al materiale tecnico acquistato dalla RAI, nonché il collaudo degli apparati riprodotti da Ditte esterne su prototipo del Laboratorio Ricerche.

Di particolare importanza è la scelta dei componenti elettronici da impiegare nelle nuove apparec-

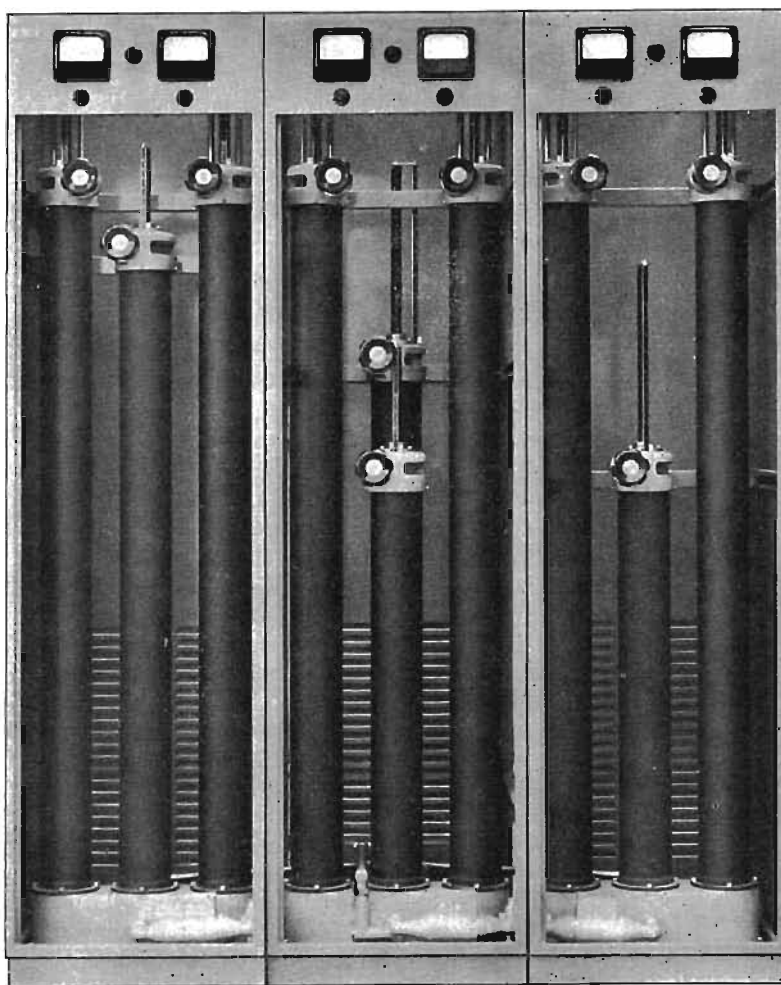



Fig. 39. — Filtro per combinare tre trasmettitori a modulazione di frequenza da 1 kW di potenza ciascuno sulla medesima antenna. Campo di lavoro 88 ÷ 104 MHz.

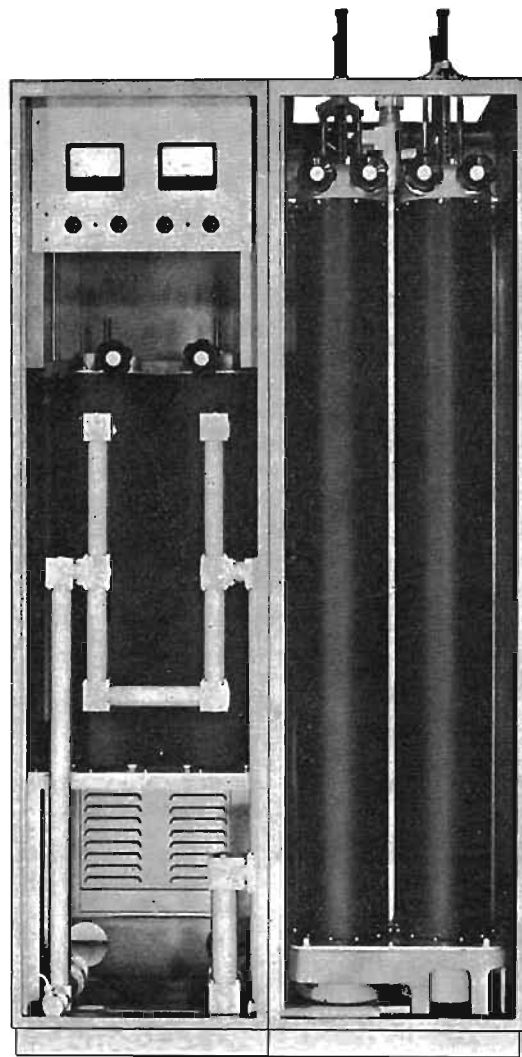



Fig. 40. — Filtro per la combinazione di un quarto trasmettitore (in genere per la stereofonia) da 3 kW a modulazione di frequenza in aggiunta al gruppo dei 3 trasmettitori da 3 kW già combinati sulla stessa antenna.

Da queste prove, che proseguono da 10 mesi, risulta la grande stabilità degli apparati completamente transistorizzati e la quasi assenza della relativa manutenzione.

Infine questo settore cura, in collaborazione con la Direzione Tecnica Televisione e con l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, la prova sistematica e comparativa (fra varie ditte costruttrici) di materiale vario elettrotecnico ed illuminotecnico. Sono state così effettuate prove su proiettori da studio, accumulatori, teleruttori, lampade per proiettori ad incandescenza, tubi fluorescenti, torce per illuminazione di vario tipo e progettazione di trasformatori speciali per resistere alla scariche atmosferiche.

Altra attività è la riparazione e la manutenzione degli strumenti di misura, delle apparecchiature portatili e dei microfoni avariatisi presso le Sedi della RAI o presso gli altri settori del Laboratorio. Ogni apparato elettronico riparato o revisionato viene classificato con apposita scheda in cui sono raccolti dati ed informazioni circa il suo comportamento in esercizio, avarie presentate, riparazioni eseguite, ecc. Queste schede forniscono così utili indicazioni sulla qualità e sulla vita degli strumenti stessi e dei loro componenti e sul più conveniente modo di impiego. Inoltre, il

Fig. 41. — Filtro per la combinazione in antenna dei due trasmettitori video ed audio rispettivamente di 25 kW e 6 kW comprendente anche il filtro vestigiale per l'eliminazione parziale della banda di modulazione inferiore secondo le norme di trasmissione.

chiature. Questi devono essere controllati nelle più gravose condizioni. Le prove di vita vengono eseguite in apposita camera climatica, che consente di ottenere un ambiente a temperatura uniforme compresa tra — 20 °C e + 100 °C. È anche possibile un funzionamento ciclico, con periodicità predisponibile, sia per quanto riguarda la temperatura, sia per l'umidità (dal 10 % al 95 %). L'apparato è poi corredato da un registratore che provvede al tracciamento grafico della variazione di temperatura e dell'umidità.

Recentemente si usano piccoli forni, di costruzione propria, nei quali il freddo è prodotto da « frigistor » a circolazione d'acqa. Questi ultimi si sono dimostrati particolarmente adatti anche per lo studio termico di singoli circuiti direttamente sul banco di lavoro dei ricercatori, fino a temperature di 20 gradi sotto zero.

Un tavolo vibrante permette inoltre di sottoporre determinate apparecchiature a « scuotimenti » per accertare la robustezza meccanica del complesso.

Tutta questa attività è alla base della normalizzazione dei materiali. Infatti ogni componente, « approvato » dal punto di vista tecnico, può essere normalizzato ossia impiegato stabilmente (almeno per il 90 % dei casi) negli apparati progettati dal Laboratorio e riprodotti da ditte esterne. In conseguenza della normalizzazione viene reso possibile, in modo automatico, il mantenimento di una adeguata scorta minima, in funzione del consumo e dei tempi di rifornimento (bibl. 6).

Importanti sono le prove di vita di apparecchiature complete. Per ogni tipo di apparato, od almeno per i principali e non troppo ingombranti, viene tenuto un esemplare in funzionamento continuo ininterrotto senza alcun intervento. Ogni mese viene controllato il funzionamento riportato su apposito registro.

Fig. 42. — Esempio di filtro per ripetitore TV per la banda III realizzato con elementi normalizzati. Questi elementi precostruiti consentono di combinare rapidamente filtri con le più svariate caratteristiche.

rilievo statistico delle avarie, segnalando le parti più soggette a guasti, permette adeguate scorte e ricambi per le Sedi.

8. Officina.

L'officina comprende i reparti di montaggio elettrico, allestimento automezzi attrezzati, aggiustaggio meccanico, lavorazione lamiere, macchine utensili, saldatura ossi-acetilenica ed elettrica e la verniciatura-decapaggio. Nel suo insieme è modernamente attrezzata per poter realizzare nella loro forma definitiva, completi in ogni loro parte, i prototipi di apparecchiature, sia dal punto di vista elettrico, sia meccanico.

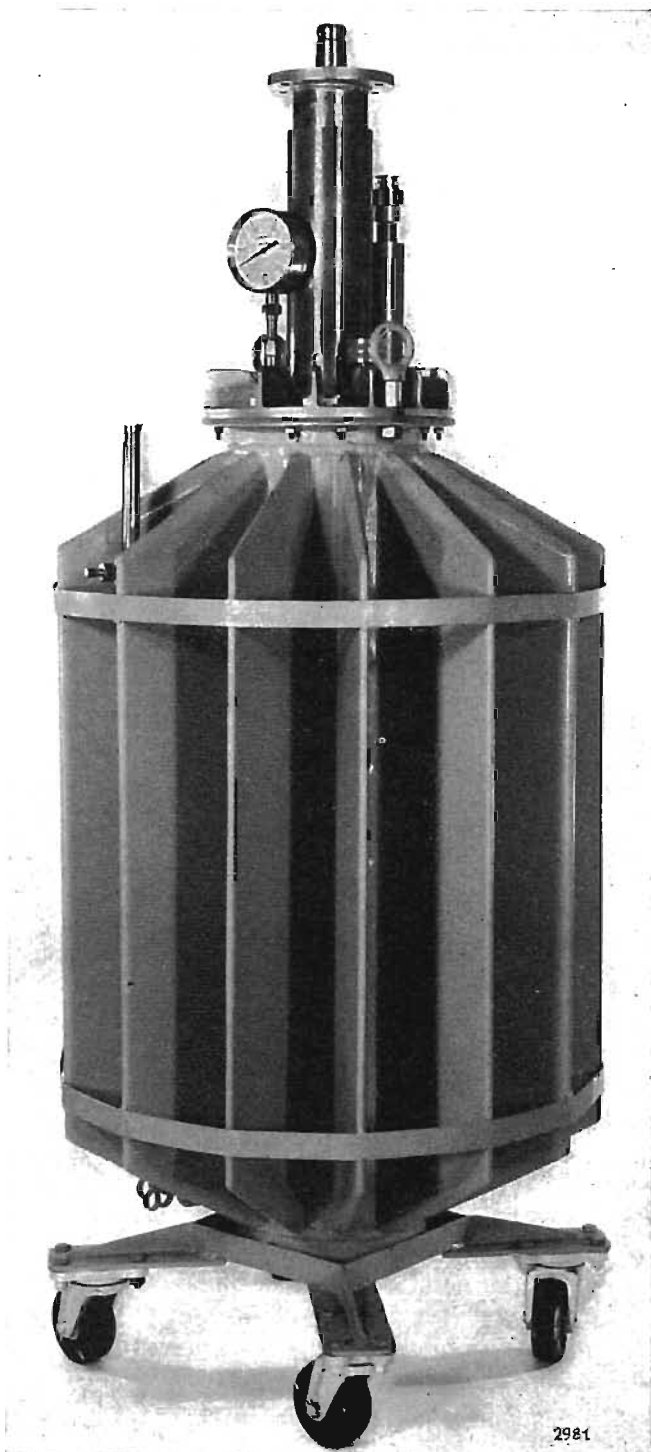



Fig. 43. — Carico artificiale da 50 ohm raffreddato ad olio per la potenza continuativa di 2 kW funzionante nel campo di frequenza da 0 a 1000 MHz. Il carico è munito di uscita monitoria per misure di potenza e per il controllo di segnali.

Nel reparto montaggi elettrici vengono approntati: prototipi di apparecchiature elettroniche studiati dai progettisti, consolles di controllo audio e video, consolles di controllo per centri trasmittenti, cabine contenenti apparecchiature varie; una parte dell'attività nel reparto montaggi elettrici è dedicata alla costruzione di induttanze, trasformatori speciali, linee di ritardo e filtri vari per soddisfare le esigenze dei servizi di ricerca. Al reparto montaggi elettrici è allacciato il reparto allestimento automezzi attrezzati.

Questo reparto è situato in un ampio salone del piano interrato in cui sono sistemate piattaforme mobili a comando idraulico che consentono la comoda accessibilità alle parti inferiori dei grandi automezzi. In esso vengono approntati gli speciali automezzi destinati alle riprese e registrazioni audio in esterno, ai collegamenti audio con ponti multicanali, alla propaganda radio e TV, alle riprese audio in Eurovisione, ecc.

I reparti di aggiustaggio e lavorazione lamiera sono attrezzati con numerosi trapani da banco e a colonna, tornio di precisione, piegatrici per lamiera, cesoia a motore, puntatrici elettriche, piani di riscontro ed altri strumenti che permettono di eseguire qualunque lavoro su pezzi meccanici o in lamiera con l'accuratezza e precisione dovute.

Il reparto macchine utensili è dotato di 5 torni paralleli, 2 fresatrici verticali, 2 fresatrici universali e una rettifica di alta precisione.

Il macchinario moderno è ben corredato di accessori e consente di lavorare con un grado di precisione notevole, pezzi staccati per apparecchiature, gruppi completi quali prototipi di antenne e filtri, commutatori coassiali con comando a mano o a motore, involucri per telecamere, contenitori per ponti a microonde, ecc.

9. Reparto fotografico.

Il reparto fotografico del Laboratorio Ricerche è dotato di un locale per la stampa affiancato da due salette di sviluppo, uno per il procedimento in bianco e nero e uno per il colore.

Completa il reparto un locale per le riprese di studio e uno per i servizi vari. Questi locali sono comunicanti tra loro e verso l'esterno attraverso porte speciali a tenuta di luce.

Impegnativa, ad esempio, è stata la realizzazione delle diapositive del monoscopio RAI che, essendo destinate al controllo di tutta la catena televisiva, richiedono particolare accuratezza. Il disegno originale da cui si ricavano tutti i negativi deve essere di qualità eccezionale se si vuole che produca ottime copie. È stato eseguito un disegno su cartoncino speciale della dimensione di cm 90 × 70. Esso è mantenuto perfettamente piano su uno speciale supporto metallico. Per dare agli sfondi il giusto equilibrio dei toni bianco, grigio, nero, sono state usate particolari colorazioni a tempera atte ad evitare riflessioni speculari durante la ripresa e un sistema di lampade per l'illuminazione uniforme all'immagine da fotografare. Prove diverse sono state condotte per decidere della macchina da ripresa da usarsi, questa doveva essere dotata di buona ottica e in grado di ripetere un numero assai grande di fotogrammi senza che l'otturatore provocasse variazioni nel tempo di esposizione. Anche il

parallelismo tra piano della macchina da ripresa e originale da fotografare deve essere perfetto. Infatti l'immagine utile del monoscopio oltre al perfetto parallelismo deve rientrare in determinate dimensioni con tolleranze dell'ordine di pochi decimi di millimetro.

La scala dei grigi ha costituito una delle maggiori difficoltà. Infatti deve produrre, sul segnale elettrico, dei gradini di tensione tutti della stessa ampiezza. La riproduzione dei toni per via fotografica è affetta da non linearità ed occorre quindi procedere per tentativi fino ad ottenere la gradazione voluta.

È seguito il procedimento per ottenere la copia o la diapositiva e quindi la misurazione della trasparenza con densitometro e il controllo oscillografico del valore dei vari gradini del segnale elettrico generato dall'apparecchiatura elettrica analizzatrice.

Per la riproduzione fotografica è stato impiegato un notevole tempo per la ricerca soprattutto di emulsioni fotografiche con un potere risolvente sufficiente ed anche in grado di rendere pienamente ai vari toni.

Cura particolare è stata posta negli sviluppi. Sono sorti problemi di eliminazione della polvere, di illuminazione, di tempi di sviluppo e relative temperature. Sono stati usati particolari bagni in sviluppatrici rotative dove era possibile il controllo accurato del processo fotografico che garantisce la massima precisione.

Centinaia di immagini campione sono state realizzate su pellicole invertibili Gevaert 24 × 36. Con l'uso di questa pellicola si è potuto eliminare il procedimento di stampa che, come noto, riduce la definizione e ne altera i toni.

È attualmente in via di realizzazione un nuovo tipo di monoscopio su lastra protetta che permetterà di eliminare alcuni inconvenienti riscontrati su quelle pellicole invertibili (migliore centratura - assoluta pulizia - maggiore durata, ecc.).

Inoltre, sono state effettuate prove di immagini campioni a colori, per gli esperimenti di televisione a colori, che hanno dato buoni risultati. (644)

BIBLIOGRAFIA

1 - ANGELI F.: *Amplificatori a transistori per impianti di bassa frequenza.* « Elettronica », n. 3-1961, pagg. 118-122.

2 - PACINI G. P.: *Nuovo tipo di antenna a larga banda.* « Elettronica », n. 5-1955, pagg. 198-206.

3 - PACINI G. P.: *Antenna a fessura per la banda U H F.* « Elettronica », n. 4-1960, pagg. 159-169.

4 - PACINI G. P.: *Filtro combinatore e vestigiale U H F da 25 KW.* « Elettronica », n. 1-1963, pagg. 2-9.

5 - PACINI G. P.: *Filtro separatore audio-video per ripetitore televisivo.* « Elettronica », n. 3-1964 pagg. 77-81.

6 - BRIGANTI E.: *Il servizio collaudi della RAI.* « Elettronica », n. 4-1961, pagg. 168-176.

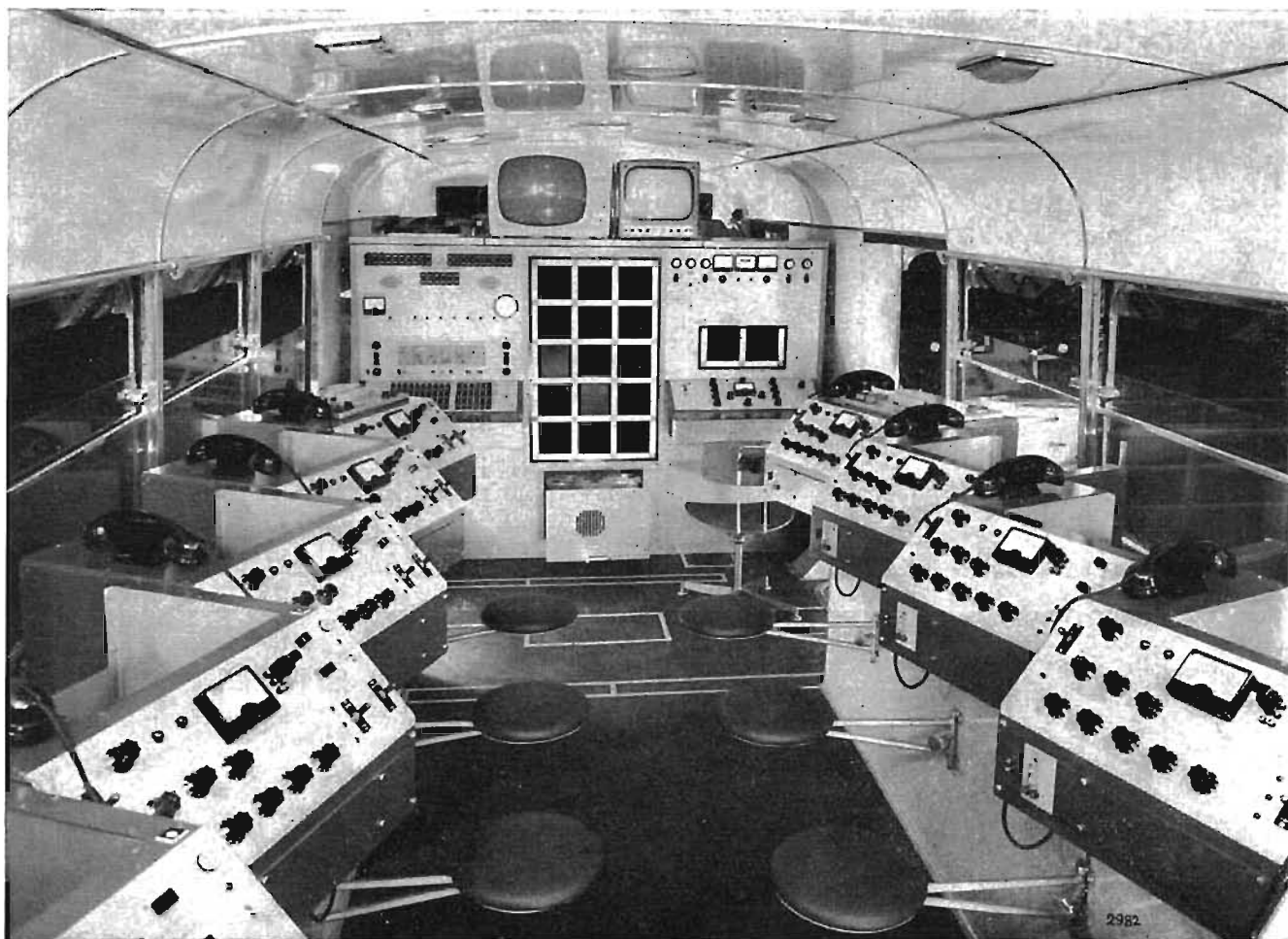



Fig. 44. — Pullman attrezzato per riprese audio in Eurovisione. È equipaggiato con 10 posti per tecnici audio per le varie lingue ed un posto per l'inserzione di effetti speciali audio. L'automezzo è inoltre corredato di due cabine telefoniche.

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

A CURA DELLA RAI E DELLA STET - EDIZIONI ERI - ANNO XXV - NUMERO 6 - 1976 - L. 800

Il Centro Ricerche della RAI sito in Torino (v. articolo a pag. 218).

IL CENTRO RICERCHE DELLA RAI

R. SALVADORINI (*)

SOMMARIO — Si descrive l'attività principale svolta nel Centro Ricerche della RAI in questi ultimi dieci anni. Questo articolo aggiorna un analogo articolo comparso circa dieci anni fa sullo stesso soggetto.

SUMMARY — ***The Research Centre of the RAI - Radiotelevisione Italiana.*** *This article describes the main activities carried out at the RAI Research Centre during last ten years. It intends to bring up-to-date an analogous article issued in this review on the same matter about ten years ago.*

1. Introduzione.

Circa dieci anni fa fu descritta su questa stessa rivista (bibl. 1) l'attività di Ricerca e Sviluppo che il Laboratorio Ricerche della RAI svolgeva nel campo delle tecniche relative alle trasmissioni radiofoniche e televisive. Con l'attuale articolo si vuole aggiornare questa descrizione, necessariamente sommaria ed incompleta, con l'attività principale svolta in quest'ultimo decennio.

Il Centro Ricerche, posto a Torino in Corso Giambone 68 (v. copertina di questo fascicolo), è attrezzato per tutte le ricerche nei campi della radiofonia e della televisione. Il personale è costituito da circa 150 unità di cui una metà fra laureati (ingegneri, fisici e matematici) e diplomati (periti industriali).

Prima di addentrarsi nell'attività di ricerca e sviluppo è opportuno evidenziare un aspetto particolare di questa attività. I vari temi di ricerca e sviluppo conducono sovente alla realizzazione di prototipi di apparati di nuova concezione atti a risolvere i molteplici problemi delle trasmissioni radiotelevisive. In una azienda di servizi qual'è la RAI la ricerca e sviluppo non è seguita dalla produzione in serie, ma bensì, per quegli studi che conducono a progetti di nuovi apparati, alla costruzione di un numero, sovente limitatissimo, di apparati per uso esclusivo dell'azienda. A causa del numero troppo esiguo di unità da produrre l'industria elettronica professionale specializzata non è molto spesso economicamente interessata, per cui occorre rivolgersi ad industrie medie-piccole, per lo più non altamente specializzate, almeno in questo campo, che si limitano quindi a ricopiare esattamente il prototipo realizzato in laboratorio. Questo prototipo pertanto deve essere perfettamente definito in ogni particolare sia elettrico, sia meccanico. Ciò spiega la notevole consistenza dell'attività di costruzione elettrica e meccanica e di quella dei collaudi la quale provvede alla taratura ed alla perfetta messa a punto degli apparati così riprodotti. La totale mancanza, inoltre, di una industria nazionale professionale di apparati per gli studi di televisione, rende questo tipo di attività particolarmente utile in questo campo.

Quando invece le necessità aziendali sono quantitativamente consistenti e può essere interessata la grande industria, l'attività del Centro Ricerche viene limitata ad esempi di fattibilità, ad eventuali capitolati ed al collaudo semplicemente di accettazione degli apparati già messi a punto.

Lo sviluppo di apparati con caratteristiche perfettamente rispondenti alle necessità aziendali ed in genere non reperibili sul mercato, permette sovente una economia aziendale ed allevia comunque la nostra dipendenza dall'estero che altrimenti in molti casi (per esempio negli apparati per gli studi televisivi) sarebbe completa. Questa dipendenza implicherebbe inoltre una dipendenza di normativa tecnica.

Oltre a questi scopi primari il Centro Ricerche ha anche quelli di pronto intervento (per risolvere rapidamente situazioni impreviste o di emergenza) e quelli di collaudo dei materiali tecnici acquistati dall'azienda; inoltre deve provvedere alle riparazioni degli apparati elettronici provenienti da tutte le sedi regionali.

Per il calcolo sono disponibili il sistema time-sharing della Honeywell (Mark 1 e Mark 3), gli elaboratori da tavolo Olivetti P652 e P101, l'elaboratore di processo Selenia GP 160 corredato di dischi, oltre a numerosi HP 45 in dotazione ai ricercatori. Per le elaborazioni maggiori è inoltre disponibile il Centro Elettronico Aziendale con i suoi elaboratori IBM 360/75.

Per la documentazione, oltre ad una biblioteca di-

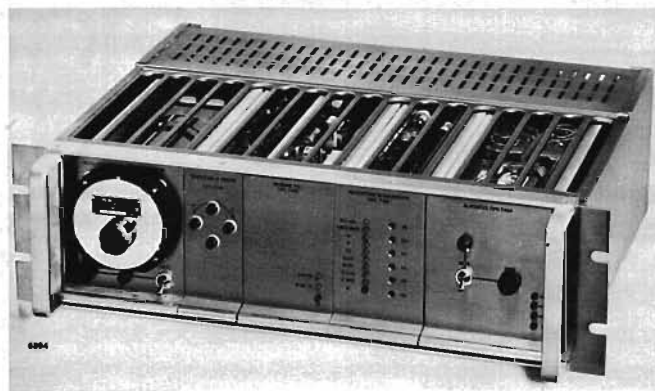



Fig. 1. — Generatore di segnali della base dei tempi secondo lo standard PAL: è costituito da cinque sottogruppi estraibili dal contenitore modulare. Da sinistra si noti: l'oscillatore a quarzo in termostato proporzionale di precisione che consente di mantenere la frequenza della sottoportante al valore nominale con scarti giornalieri massimi di ± 0,2 Hz; lo sfasatore numerico che consente di variare la fase o temporaneamente la frequenza della sottoportante all'entrata del divisore PAL. Con questo artificio è possibile rendere sincroni due generatori di segnali della base dei tempi distanti fra loro inviando dati di errore allo sfasatore numerico. Il terzo sottogruppo è il sintetizzatore che consente di ottenere la corretta relazione fra la frequenza della sottoportante, la frequenza di riga e quella di trama previsti dallo standard PAL; il quarto sottogruppo è il vero e proprio generatore dei segnali di sincronismo e degli altri segnali di base dei tempi; l'ultimo sottogruppo è l'alimentatore stabilizzato del complesso (bibl. 6).

(*) Dott. ing. Rolando Salvadorini, Direttore della Ricerca e Sperimentazione della RAI.

Dattiloscritto pervenuto il 27 settembre 1976.

screetamente attrezzata, è stato recentemente introdotto il sistema di documentazione automatica SDS RECON dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA).

Per l'amministrazione esiste anche una contabilità industriale di valutazione dei costi di tutti i singoli studi, ricerche e progetti che tiene conto anche di tutte le spese generali.

2. Televisione a colori.

Sono continuati gli studi dei sistemi NTSC, PAL, SECAM B, NIIR e ISA. Sono state effettuate molte prove comparative tra i vari sistemi che si sono concretate con una preferenza tecnica per il sistema PAL.

Per questo sistema fu proposta all'Unione Europea di Radiodiffusione (bibl. 2) la sincronizzazione di colore mediante il « burst alternato » che successivamente è divenuto parte integrante del sistema.

Fu anche studiato e realizzato un decodificatore PAL direttamente sostituibile in ricevitori commerciali americani (bibl. 3, 4) ed un esempio di fattibilità di un decodificatore completamente a transistori e che impiegava, per la prima volta, un controllo automatico di crominanza (bibl. 5).

Per il sistema PAL, ora adottato ufficialmente in Italia, è stata realizzata tutta la serie di apparati di generazione: generatori sincronismi, figura 1 (bibl. 6), sfasatori di sottoportante telecomandati, codificatori e decodificatori, mixer di studio (bibl. 7) ed altri apparati ausiliari per gli studi TV.

È stato inoltre studiato un sistema per correggere automaticamente gli errori di tinta dominanti nei filmati di attualità per la televisione a colori. Sono stati realizzati i generatori di titoli a colori e i sistemi di intarsio fra due immagini (croma-key).

Si sono condotti studi sui filtri a pettine per la separazione dell'informazione di crominanza da quella di luminanza e gli studi connessi ai problemi di commutazione dei segnali a colori sui ponti radio nei sistemi di ricezione « diversity » utilizzati tra il continente e la Sardegna.

3. Sincronizzazione delle sorgenti video.

I vari programmi TV ricevono le immagini da sorgenti diverse: studi (vicini e lontani), registratori, telecinema, ecc., le varie sorgenti video devono essere fra loro sincrone per evitare lo sganciamento delle immagini sul televisore ad ogni passaggio da una sorgente all'altra. In particolare il telegiornale usa molti brevi inserti provenienti anche dall'estero per cui è indispensabile una loro unica sincronizzazione.

Un primo tipo di sincronizzazione realizzato dal Centro Ricerche è quello in cui da un segnale video completo vengono ricavati tutti i segnali atti a sincronizzare rigidamente un'altra sorgente video (sincronismo di riga e di quadro, segnale di cancellazione, sottoportante di colore, alternanza PAL e porta del sincronismo di colore). Questo sistema ha molti limiti, per cui è stato studiato un altro sistema di sincronizzazione in cui si agisce sul generatore di sincronismi « remoto » mediante trasmissione di segnali di errore tra le sorgenti interessate. Questa trasmissione può avvenire per linea telefonica o con altri mezzi.

Un altro metodo di sincronizzazione di uso molto più generale è quello che si sta introducendo attualmente in cui si fa uso di tecniche numeriche e che è pertanto descritto nel paragrafo relativo.

4. Registrazione videomagnetica.

Da tempo il Centro Ricerche è dotato di un registratore videomagnetico altamente professionale a quattro testine a traccia trasversa col quale sono stati studiati i vari problemi per migliorare e normalizzare l'esercizio di tutti i registratori dell'azienda. In particolare sono state studiate nuove procedure di allineamento della macchina (bibl. 8, 9), un sistema di mascheramento degli scrosci video (bibl. 10) ed è stato realizzato un nastro campione sul quale tarare tutte le macchine dell'esercizio aziendale per avere un comportamento ottimale ed unificato.

5. Misure e sistemi di controllo.

Vasta è stata l'attività del Centro Ricerche nel campo delle misure, specialmente televisive.

Per poter eseguire le misure anche durante le normali trasmissioni sono stati inseriti speciali segnali durante il periodo di cancellazione di quadro del segnale video. La RAI in questo campo è stata alla avanguardia iniziando esperimenti già nel 1964 e realizzando già nel 1969 un sistema monitorio generale il cui elemento fondamentale era un misuratore automatico basato su misure, nel dominio della frequenza, su segnali inseriti in tre righe della cancellazione di quadro e sulla misura automatica del rapporto segnale-rumore (bibl. 11, 12, 13, 14, 15, 16).

I segnali posti nella cancellazione di quadro sono stati successivamente normalizzati in sede internazionale (CCIR) e denominati segnali ITS (Insertion Text Signals); a questa normalizzazione il Centro Ricerche della RAI ha contribuito notevolmente.

Gli studi della nuove tecniche di misura nel dominio del tempo (anziché nel dominio della frequenza) e l'analisi delle forme d'onda dei segnali ITS sono stati approfonditi (bibl. 17, 18, 19) e sviluppati fino allo studio sui sistemi monitorio per l'intera rete di ponti radio (bibl. 20, 21), all'esame delle distorsioni proprie dei sistemi ideali a banda vestigiale dovute alla demodulazione d'inviluppo (bibl. 22), all'indagine delle distorsioni dei trasmettitori TV (bibl. 23),

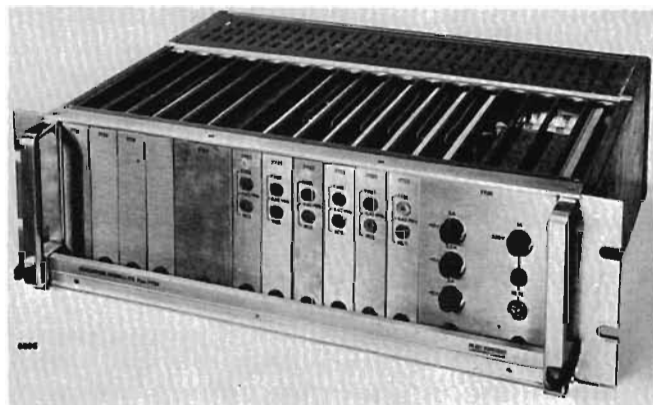



Fig. 2. — Generatore di segnali ITS corredato di sei cassetti sommatori dei segnali ITS ad altrettanti segnali video sincroni fra loro. È un generatore che si impiega nei Centri di Produzione oppure nei pullman di ripresa esterna per associare i segnali ITS ai segnali prodotti da telecamere, telecinema o da altre apparecchiature pilotate con una base dei tempi comune. Le righe di inserzione sono preselezionabili con ponticelli mobili; i segnali inseribili possono essere scelti fra alcune combinazioni precablate fra le quali quelle previste dal CCIR per le righe 17 e 330.

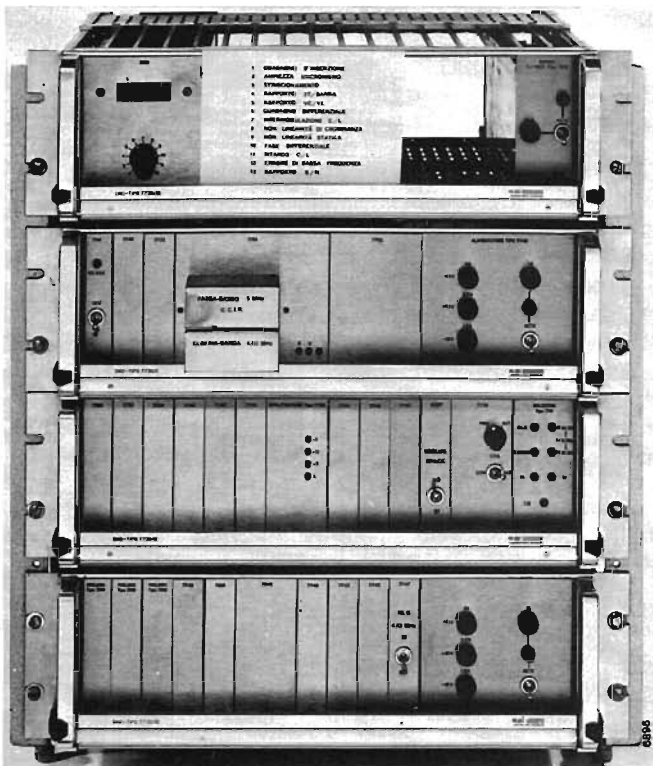



Fig. 3. — Dispositivo di acquisizione dati (D.A.D.). È un misuratore automatico video che consente di effettuare dieci misure sugli elementi di segnale ITS previsti dal CCIR e permette di controllare in modo continuo, anche durante le normali trasmissioni, una apparecchiatura od un canale televisivo. Oltre alle misure sui segnali ITS e cioè: guadagno di inserzione, distorsione a tempo lungo di riga (striscionamento), rapporto 2T/barra, rapporto crominanza/luminanza, guadagno differenziale, intermodulazione crominanza/luminanza, non linearità di crominanza, non linearità statica, fase differenziale e ritardo crominanza/luminanza, l'apparato effettua altri tre controlli e cioè ampiezza dei sincronismi, errori di bassa frequenza e rapporto segnale-disturbo. I risultati delle misure possono essere visualizzati sul posto tramite un visore numerico selezionando manualmente la misura, oppure stampati su carta e nastro perforato ad intervalli regolari o solo quando si è in presenza di anomalie, oppure possono essere trasmessi ad un centro di controllo remoto per essere elaborati in tempo reale (bibl. 18, 20).

all'esame delle distorsioni proprie di sistemi a modulazione di frequenza (bibl. 24), nonché all'esame delle distorsioni tipiche dei ripetitori televisivi (bibl. 25, 26, 27, 28) e della propagazione (bibl. 29).

L'indagine sulle distorsioni ha portato all'esame della distribuzione delle tolleranze nella catena dei collegamenti (bibl. 30, 31, 32). Corrispondentemente agli studi è stata realizzata tutta una serie di apparati, figure 2, 3 e 4, atti a generare i segnali e ad eseguire le misure automaticamente previste per la gestione automatica delle reti. Anche per l'audio è stata studiata e realizzata un'apparecchiatura che esegue automaticamente tutte le misure anche stereofoniche sui collegamenti audio (bibl. 34).

Al fine di acquisire i dati necessari per pianificazione delle aree di servizio e relativa scelta delle frequenze, sono state svolte indagini, riproducendo in laboratorio le varie situazioni di ricezione, con valutazioni soggettive per determinare i rapporti di protezione necessari tra segnale utile ed eventuali segnali interferenti per trasmissione TV bianco e nero ed a colori PAL e per trasmissioni audio stereofoniche a MF.

È stato realizzato un sistema di controllo automatico della profondità di modulazione dei trasmettitori video (fig. 5) anch'esso basato sulla presenza dei segnali ITS.

Sono state eseguite misure comparative di propagazione nella banda dei 7 e 11 GHz con particolare

Fig. 4. — Misuratore automatico del rapporto segnale/rumore: è uno strumento che può eseguire questa misura anche durante le normali trasmissioni utilizzando le righe 22 e 335 della cancellazione di quadro. Corredato di filtri passabanda può misurare anche i prodotti di intermodulazione che cadono nella banda 0,2 ÷ 5 MHz. La sua dinamica si estende fino a 80 dB (bibl. 12, 33).

riferimento agli effetti della pioggia e della neve (bibl. 35).

È stata condotta un'indagine sull'effetto dei disturbi industriali sul segnale televisivo mediante prove soggettive di qualità (bibl. 36).

È stato migliorato il sistema di registrazione di grandezze variabili lentamente intorno a valori corrispondenti agli estremi della scala di un registratore, figura 6 (bibl. 37).

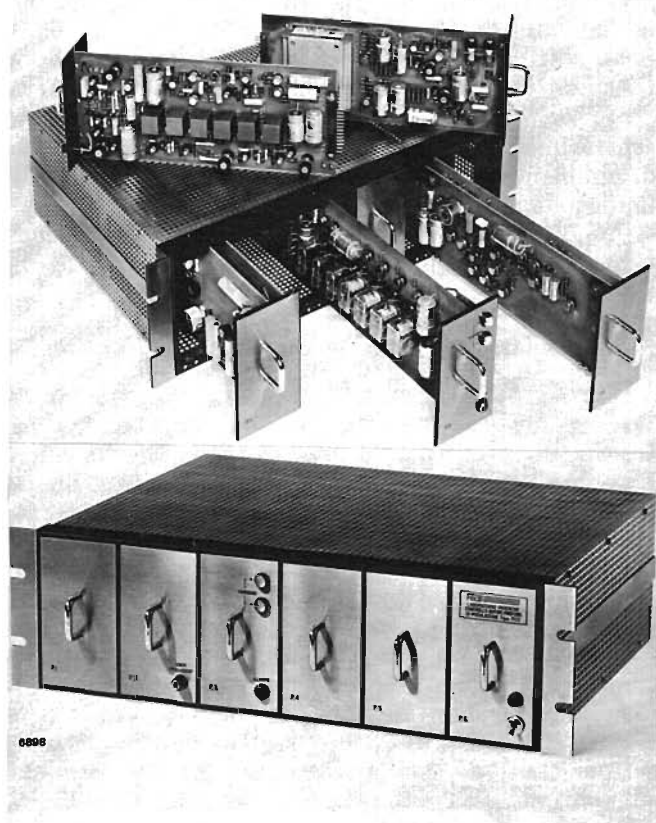



Fig. 5. — Regolatore automatico della profondità di modulazione di un trasmettitore video. Per funzionare richiede la presenza del segnale video demodulato dal trasmettitore; il segnale video deve contenere il riferimento dello «zero portante». La profondità di modulazione è regolata prendendo come riferimento lo «zero portante», il «livello del nero» ed il «livello del bianco» misurati sulla barra inserita nei segnali ITS delle righe 17 e 330 (bianco di riferimento). Una logica di protezione disabilita il comando quando il segnale video non contiene i segnali ITS; in questo caso la profondità di modulazione è mantenuta all'ultimo valore valido memorizzato nell'apparato.

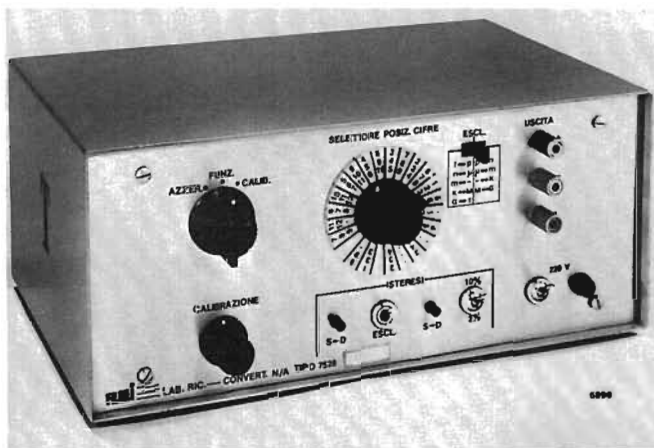



Fig. 6. — Convertitore numerico/analogico per collegare un registratore analogico su carta ad uno strumento di misura che dispone solamente di uscita numerica, quali i contatori di frequenza. Comprende un sistema di isteresi, per evitare il frequente ritorno a capo della penna scrivente, quando la grandezza misurata è lentamente variabile intorno a valori corrispondenti agli estremi della scala del registratore. (bibl. 37).

Fig. 8. — Presa di utente per CATV di tipo attivo. La bassa attenuazione al transito, terminali 1 e 2 (< 0,2 dB), consente una minore potenza sulla linea di distribuzione a parità di numero di utenti. La derivazione di utente impiega due transistori di isolamento e fornisce un segnale di 12 dB inferiore a quello sul cavo in transito. La presa in figura ha due derivazioni di utente, terminali 3 e 4, tra i quali vi è un disaccoppiamento di almeno 60 dB. L'alimentazione per i transistori può essere inviata sullo stesso cavo coassiale.

6. Televisione via cavo.

Un nuovo campo di studio di questi ultimi anni è costituito dalla televisione via cavo (CATV). Gli studi si sono concentrati soprattutto sul sistema a divisione di frequenza (FDM) detto anche VHF ad albero. Sono stati svolti studi di sistemistica (bibl. 38, 39), di canalizzazione e di comportamento degli attuali televisori in reti di CATV (bibl. 40, 41, 42). Sono stati svolti studi sulla bidirezionalità con particolare riferimento ad un nuovo sistema di trasmissione veloce di dati (bibl. 43) attualmente in fase di sperimentazione.

Sempre nel campo della CATV sono state svolte indagini sulle distorsioni tipiche e sui loro effetti sulla qualità dell'immagine (bibl. 44, 45, 46, 47).

Sono stati progettati e realizzati modulatori professionali video ed audio (fig. 7), un derivatore per utente di tipo attivo ad alto isolamento (60 dB), illustrato in figura 8, e sono state condotte misure su apparati di rete disponibili sul mercato.

Fig. 7. — Modulatore video e audio a frequenza intermedia che viene impiegato come pilota per trasmettitori TV, per CATV o come generatore da laboratorio. Il cassetto aperto mostra il filtro per la soppressione parziale di una banda laterale (filtro vestigiale) e il relativo equalizzatore del ritardo di gruppo.

7. Tecniche numeriche.

È stata studiata la codifica lineare PCM del segnale video per determinare i parametri caratteristici della codifica (bibl. 48, 49, 50) e le distorsioni non lineari da essa prodotte (bibl. 51).

Come utilizzazione immediata del PCM video lineare è in fase di realizzazione un sincronizzatore di segnali video a colori (fig. 9) che consentirà di comporre una trasmissione con inserti di qualsiasi provenienza senza sganciamenti di sincronismi nei televisori.

Un'altra applicazione delle tecniche numeriche è la trasmissione di caratteri alfanumerici codificati PCM inseriti in alcune righe dell'intervallo di cancellazione di quadro del segnale video. Gli inglesi hanno sviluppato per primi il sistema fino a farne un nuovo servizio per gli utenti (Teletext). Il Centro Ricerche della RAI ha svolto ricerche per l'ottimizzazione del

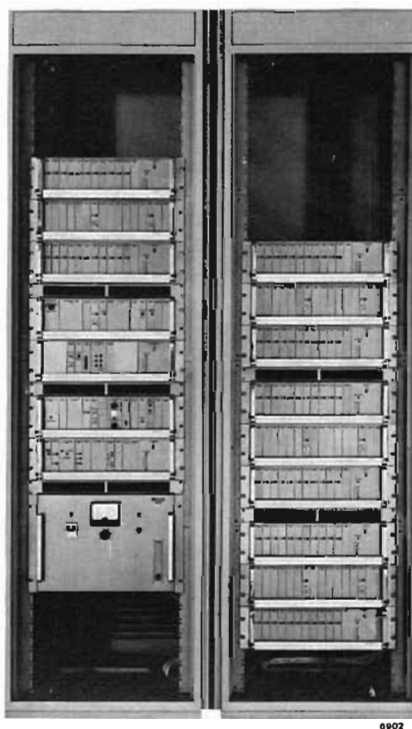



Fig. 9. — Sincronizzatore PCM video con memoria di quadro. La memoria è composta da registri a scorrimento di tipo dinamico per una capacità complessiva di 1.638.400 bit e da una memoria « buffer » d'uscita del tipo statico per una capacità complessiva di 61.440 bit. È organizzata in otto sottogruppi (due ogni tre contenitori) che lavorano in parallelo: consente di immagazzinare 320 righe televisive campionate con frequenza di 11 MHz con otto bit per campione. Solo la parte attiva della riga viene memorizzata (640 campioni su 704 per riga). Le memorie scritte col segnale video remoto vengono lette con la cadenza del segnale locale, ottenendo un segnale video sincrono ed in fase con i segnali video locali.

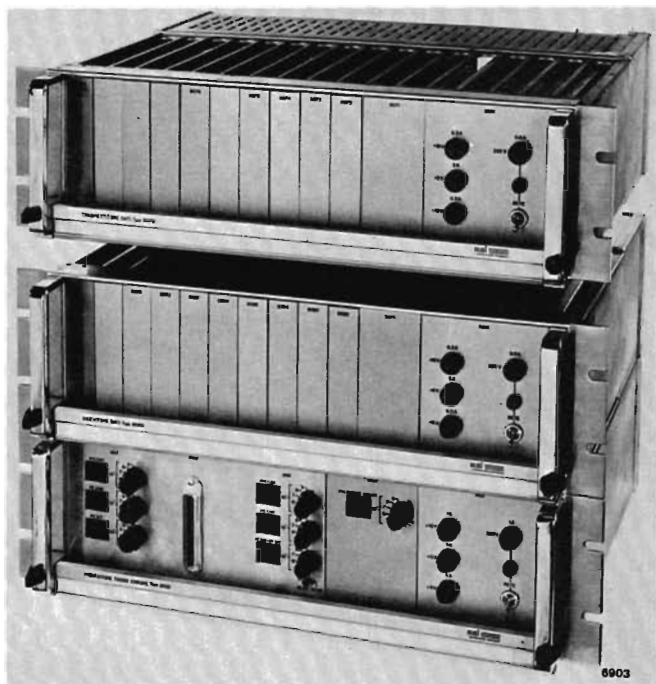



Fig. 10. — Apparato trasmittente (sopra) e ricevente (sotto) per dati inseriti in due righe della cancellazione di quadro (tipo Teletext). Il dispositivo è stato realizzato per una campagna di misure in area; esso codifica i dati contemporaneamente in NRZ e PSK e può lavorare con diverse velocità di trasmissione. Il misuratore del tasso di errore di cui è corredato può essere collegato con una stampante e fornisce il tasso di errore per bit, per parola e per parole protette con codice di Hamming (rivelazione del doppio errore) (bibl. 52, 53, 54).

Fig. 11. — Telecamera bianco-nero professionale da studio con tubo image orthicon da 4 1/2" (sopra) e relativo controllo (sotto): la telecamera ha in dotazione un obiettivo a focale variabile (zoom) a rapporto 1/10 comandato elettricamente. Tramite telecomando dal controllo è possibile inserire nel circuito ottico della telecamera un proiettore di diapositive che consente, con un'opportuna immagine di prova, la messa a punto della telecamera senza l'intervento del camera-man. Per lo stesso motivo tutti i comandi di allineamento necessari al corretto funzionamento della telecamera sono trasferiti sul controllo. Attualmente parecchi studi sono attrezzati con queste telecamere.

Fig. 12. — Telecamera bianco-nero professionale portatile con tubo plumbicon da 1 1/4". La telecamera è munita di un obiettivo a focale variabile e di mirino elettronico con cinescopio da 3". La telecamera è asservita ad altre telecamere ed è a queste collegata tramite un cavo triassiale che può essere lungo oltre 1 km. Sul cavo triassiale transitano l'alimentazione per la telecamera, il segnale video prodotto dalla telecamera, il commento sonoro del telecronista, l'interfonico bidirezionale fra camera-man e regia oltre ai telecomandi e telecontrolli necessari al corretto funzionamento della telecamera stessa. Il primo bauletto in basso contiene i multiplexer per espletare queste funzioni, il secondo contiene i circuiti necessari al funzionamento della telecamera.

sistema al nostro standard G (bibl. 52, 53, 54); le ricerche sono tuttora in corso per addivenire ad una definizione dei parametri di trasmissione. La figura 10 mostra gli apparati realizzati per le ricerche sperimentali.

Parallelamente sono state svolte indagini per ridurre il numero di righe occupate dal sincronismo di quadro (bibl. 55) in modo da rendere disponibile un maggior numero di righe per gli scopi prima detti.

È stato studiato e sperimentato un sistema di codifica in PCM di segnali audio di alta qualità ed eseguite prove soggettive di qualità (bibl. 56). Esso consente di trasmettere un segnale della banda acustica da 50 ÷ 15.000 Hz campionato a 32 kHz e codificato a 10 bit. La legge di codifica è di tipo non lineare e consente di codificare i più bassi livelli a 14 bit. Basandosi su questo sistema di codifica è stata studiata una struttura di trama che consente di trasmettere su una linea numerica normalizzata a 2,048 Mbit/s sei canali audio monofonici o tre canali stereofonici. Un apparato multiplex a sei canali, realizzato su questi principi dall'industria nazionale, è stato installato sulla linea Torino-Chieri ed ha consentito di verificare le elevate prestazioni del sistema. Attualmente tale sistema è in esame presso gli organismi internazionali (CCIR), unitamente ad altri sistemi stranieri, per l'eventuale normalizzazione.

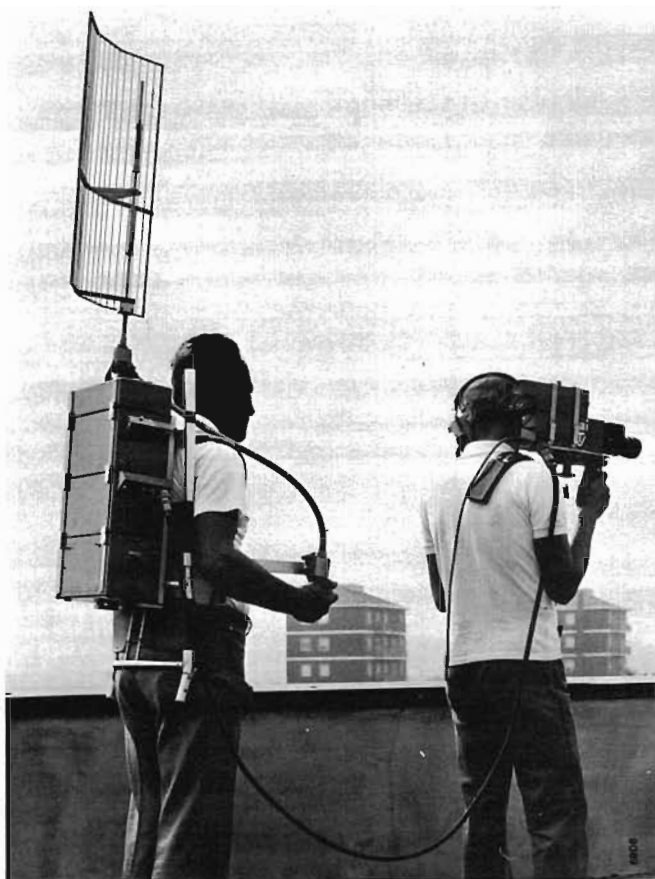



Fig. 13. — La telecamera di figura 12 può anche essere equipaggiata di un piccolo trasmettitore a MF della potenza di 1 W in banda V per brevi collegamenti, in sostituzione del multiplex e cavo coassiale. Il trasmettitore oltre al segnale video trasmette un canale audio per il commento del cronista e un audio di servizio per il collegamento tra regista e camera-man. La telecamera è inoltre fornita di ricevitore in modo da avere un interfonico bidirezionale tra regista e camera-man. L'antenna a dipolo ripiegato può essere corredata di schermo orientabile per ridurre le riflessioni prodotte da ostacoli posti nelle vicinanze.

8. Apparati di ripresa e apparati ausiliari.

A causa della mancanza di una industria nazionale di apparati per ripresa TV il Centro Ricerche della RAI ha studiato e realizzato prototipi di apparati che sono stati successivamente riprodotti dall'industria nazionale. Tra questi segnaliamo:

— La telecamera professionale con tubo « image orthicon » da 4 1/2″ con obiettivo zoom a comando elettronico mostrata in figura 11 e una piccola telecamera portatile professionale con tubo « plumbicon » da 1 1/4″ mostrata in figura 12 collegabile con piccolo cavo triassiale ad un mezzo mobile distante anche oltre un chilometro. La stessa camera può anche essere usata senza collegamenti in cavo, utilizzando un piccolo rice-trasmettitore a MF della portata di alcuni chilometri (fig. 13).

— Gli apparati di commutazione video necessari per gli smistamenti dei segnali video costituiti da quadri incroci il cui modulo base può smistare venti entrate su dieci uscite; i moduli sono componibili fino a capacità di istradamento di cento entranti su cento uscenti. La figura 14 mostra una di queste combinazioni.

— Il segnale di avviso inizio programma con cui si fa comparire un triangolino pulsante in un angolo dello schermo televisivo (fig. 15) che segnala un cambio di programma sull'altra rete TV.

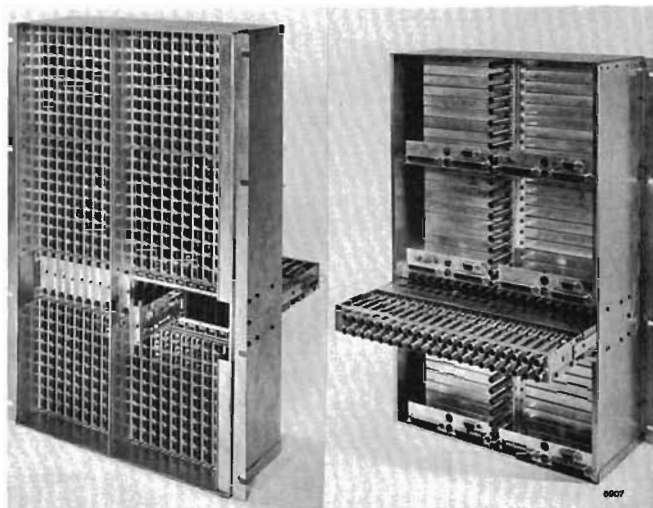



Fig. 14. — Matrice incroci video capace di smistare 20 linee entranti su 30 linee uscenti con attuatori a relé « reed » sotto vuoto fortemente schermati; a sinistra è visibile il lato anteriore privo di copertura ed a destra il lato connettori. Ogni entrata è provvista di amplificatori distributori a bassissima impedenza d'uscita (ne è visibile uno parzialmente estratto nella fotografia di sinistra) che consente di contenere la « diafotia » degli incroci a livelli molto bassi (minore di —50 dB) e di prelevare contemporaneamente lo stesso segnale da un massimo di tre utilizzatori.

— I distributori video che distribuiscono il segnale video su dieci uscite ed i distributori di sincronismi che distribuiscono i segnali di base dei tempi su cinque uscite.

— Sono stati anche realizzati apparati di codifica e decodifica che consentono di inviare su un unico cavo tutti i segnali di base dei tempi necessari in un Centro di Produzione (sincronismo, segnali di riga, di quadro e di cancellazione, porta « burst », alternanza PAL e sottoportante di colore); equa-

Fig. 15. — Generatore di segnale di inizio programma. Genera un triangolo bianco pulsante che si sovrappone al segnale irradiato da una rete TV quando nell'altra sta per iniziare un nuovo programma.

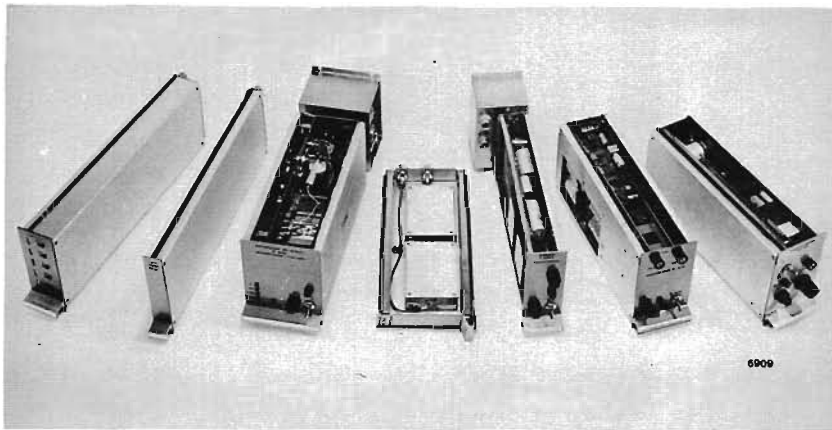



Fig. 16. — Alcuni apparati video di largo uso negli impianti RAI: da sinistra si nota una linea di ritardo con celle escludibili che consente di variare il tempo di transito da 0 a 0,5 μs con salti di 0,025 μs; una linea di ritardo fissa con tempo di transito di 0,5 μs (entrambi le linee hanno la frequenza di taglio a 17 MHz); un decodificatore di segnali di base dei tempi che consente di ripristinare i segnali prodotti da un generatore di sincronismi dopo che questi sono stati combinati insieme per essere distribuiti ai vari utilizzatori con un solo cavo coassiale; la rete di equalizzazione della caratteristica di trasferimento di un cavo coassiale composta da due celle distinte poste in serie e dipendenti dalla lunghezza del cavo da equalizzare; l'amplificatore che ricupera il livello del segnale video perso nella rete di equalizzazione sopra descritta; il distributore video che multipla il segnale di entrata su dieci uscite con adattamento di impedenza (75 ohm) e forte disaccoppiamento fra le uscite stesse (disaccoppiamento > di 40 dB); lo sfasatore continuo di sottoportante telecomandato, necessario per mettere in fase le sottoportanti di colore di più sorgenti d'immagine differentemente distanti dall'utilizzatore (per esempio mixer).

lizzatori per cavo coassiale che correggono le distorsioni lineari proprie dei cavi. In figura 16 è mostrata una serie di tali apparati.

— I sistemi di controllo di immagine e di forma d'onda (fig. 17) e generatori di segnali di prova (fig. 18) per il controllo di apparati e reti di trasmissione.

— Dosatore audio telecomandato (bibl. 57) il quale, oltre a poter essere telecomandato, presenta il vantaggio di essere esente da scrosci non avendo contatti striscianti; ciò riduce grandemente la necessità di manutenzione delle consolle di riprese (fig. 19).

— Mixer audio a quattro ingressi con regolazione automatica di livello e mescolazione automatica (bibl. 58) simulando il comportamento di un operatore (fig. 20).

— Consolle di controllo audio PAC (posto assistenza cronisti) a dieci posti realizzato per importanti manifestazioni sportive internazionali (fig. 21).

— Limitatore stereofonico basato sul principio PDM (pulse duration modulation (fig. 22) che permette di evitare sovramodulazioni nei trasmettitori dovute a sbalzi di livello.

Fig. 17. — Monitore con cinescopio da 10 pollici munito di videoscillografo per il controllo dell'immagine e dei livelli del segnale video. Questo monitore è alimentato in corrente continua a 24 V ed è particolarmente adatto ad essere usato su mezzi mobili di ripresa.

— Apparati di sincronizzazione tra riprese filmate e relativo commento sonoro (fig. 23).

— Rigeneratore e distributore di segnali per telescriventi (bibl. 59).

— È stato anche eseguito uno studio per la trasmissione dei filmati direttamente dal negativo (bibl. 60) per le riprese di attualità per cercare di evitare il tempo necessario alla stampa del positivo.

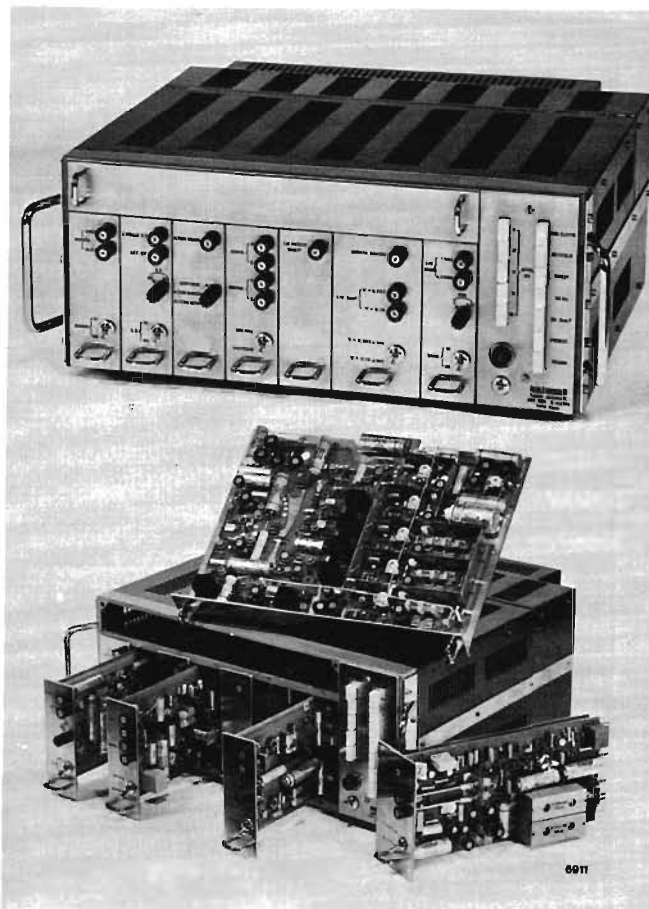



Fig. 18. — Generatore di segnali di prova. È un apparato che genera segnali video di forma definita atti a rilevare direttamente su un monitore oppure con l'ausilio di un oscillografo le caratteristiche di un apparato o di un collegamento. Esso genera il «monoscopio elettronico», un fine reticolo per il controllo della linearità dei monitori, un segnale a piedistallo variabile cui può essere sovrapposto un segnale a frequenza variabile (sweep), un segnale video con un'onda quadra a 50 Hz, un segnale contenente un bianco di riferimento ed un impulso sen^2 di durata selezionabile fra i due valori 0,083 e 0,16 μs, un segnale «tutto bianco» ed uno a dente di sega alternato a segnali «tutto bianco» oppure «tutto nero» per il controllo del comportamento degli apparati alle variazioni del valore medio del segnale video.

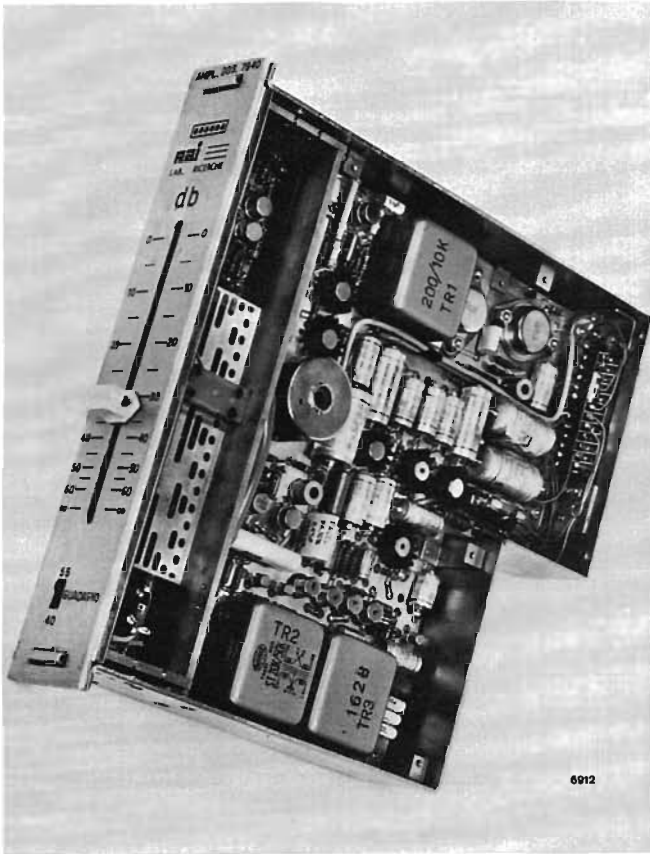



Fig. 19. — Dosatore audio telecomandato in cui l'attenuazione viene fatta non col metodo tradizionale a potenziometro, ma mediante una scheda perforata che è associata ad un circuito elettronico numerico che fornisce un segnale dipendente dalla sua posizione. Questo segnale determina il guadagno di un amplificatore secondo la stessa legge dei dosatori usati in RAI (bibl. 57).

9. Collegamenti video ed audio.

Oltre alle grandi catene di ponti radio di tipo fisso la RAI impiega anche altri ponti radio, in genere di tipo mobile, in cui le esigenze di peso, ingombro e specialmente di cambiamento semplice e rapido della frequenza di lavoro li rendono del tutto particolari. Tipico esempio sono i ponti radio per le riprese esterne TV (riprese da teatri, stadi sportivi e più in generale di attualità) in cui il collegamento deve essere veloce e ubicato in posti non predeterminati. Per queste esigenze è stato studiato e realizzato da tempo (fig. 24) un ponte radio portatile tutto transistorizzato ad eccezione del Klystron.

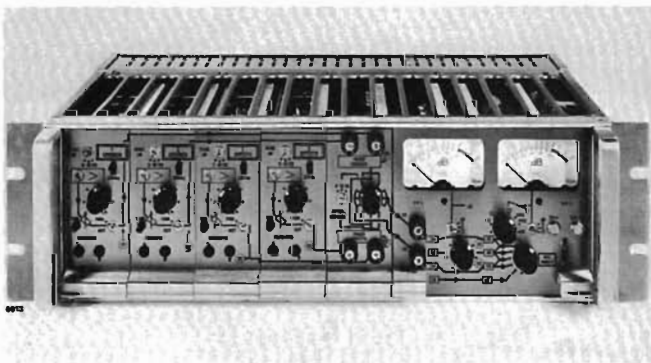



Fig. 20. — Mixer audio automatico a quattro entrate, due di «cronaca» e due di «effetti». Ogni canale ha un controllo automatico di guadagno in modo da mantenere costante il livello in uscita. Inoltre un dispositivo di mescolazione automatica consente di effettuare la mescolazione tra i segnali «cronaca» ed «effetti» in modo da attenuare gli «effetti» quando è presente la «cronaca» e di riportarli al livello normale durante le pause della cronaca (bibl. 58).

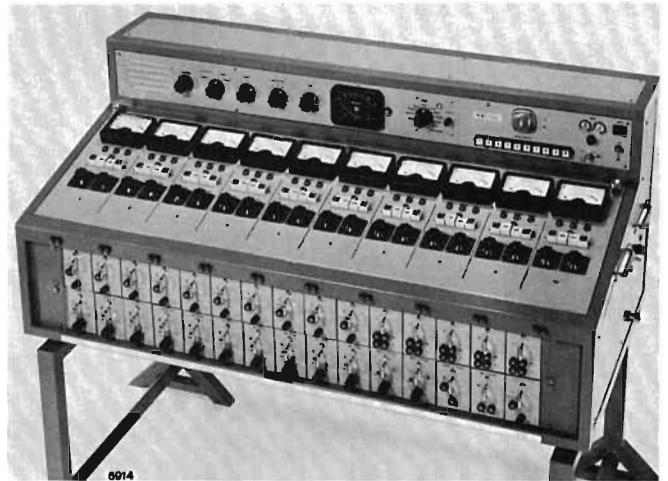



Fig. 21. — Consolle di controllo PAC (posto assistenza cronisti) per grandi manifestazioni sportive internazionali. Essa consente ad un operatore la ripresa di dieci commenti (nelle varie lingue) con la possibilità di mescolare automaticamente ad ogni commento il segnale «effetti» e cioè il segnale dell'ambiente dove si svolge l'avvenimento.

Fig. 22. — Limitatore stereofonico. Nel canale audio è impiegata una linea di ritardo di 300 microsecondi che consente di predisporre il guadagno dello stadio a guadagno variabile all'arrivo del sovralivello che deve essere limitato, eliminando così qualsiasi distorsione anche in regime transitorio.

Fig. 23. — Apparato per la registrazione e la riproduzione sonora, sincrona con la ripresa filmata mediante segnale pilota a 50 Hz. Consente sia la riproduzione di nastri audio che impiegano una frequenza di sincronizzazione di 60 Hz (americani) che la riproduzione di nastri che utilizzano il sistema di sincronizzazione con una frequenza portante a 8 o 16 KHz. Inoltre consente di registrare e riprodurre nastri con il sistema di sincronizzazione Neopilot che consiste nella incisione di due segnali a 50 Hz in controfase in due minuscole piste adiacenti poste nella parte centrale del nastro.

Fig. 24. — Ponte radio portatile per riprese esterne TV. È completamente transistorizzato ad eccezione del Klystron (1 W) che opera nella gamma dei 7 GHz. Il ponte è doppio con le due unità completamente indipendenti che si riuniscono in antenna su due polarizzazioni diverse (orizzontale e verticale), in modo da costituire una riserva attiva. È anche possibile usare le due unità come ricetrasmettitore. Il ponte è costituito da una testata direttamente connessa all'antenna parabolica e da un controllo a « rack » che viene posto nel pullman di ripresa. Oltre al segnale video trasmette anche l'associato segnale audio di elevata qualità.

Fig. 26. — Trasmettitore a MF video ed audio per collegamenti TV da 10 W in banda V. L'amplificatore di potenza è seguito da un moltiplicatore per due. La stabilità di frequenza è ottenuta ponendo l'oscillatore in camera termostatica.

Attualmente è in fase di avanzata realizzazione il prototipo di un nuovo tipo di ponte radio totalmente allo stato solido. Questo, come il precedente, è doppio in ogni sua parte, si differenzia dal precedente per le più ridotte dimensioni e per la maggior semplicità di variazione della frequenza di lavoro essendo le frequenze portanti generate da un oscillatore controllato seguito da un sintetizzatore programmabile. Il trasmettitore, oltre ad accettare il segnale video, può accettare un segnale a media frequenza (70 MHz) nel caso di utilizzazione per più tratte (ripetitore). È inoltre possibile trasmettere, in unione al segnale video, due segnali audio di alta qualità ed un segnale

Fig. 25. — Ripresa TV in movimento con ripetitore su elicottero. Sono stati sostituiti i vecchi apparati a valvole con nuovi a transistori ed il collegamento video ed audio è stato completamente raddoppiato; i due canali sono combinati su di un'unica antenna visibile sotto l'elicottero.

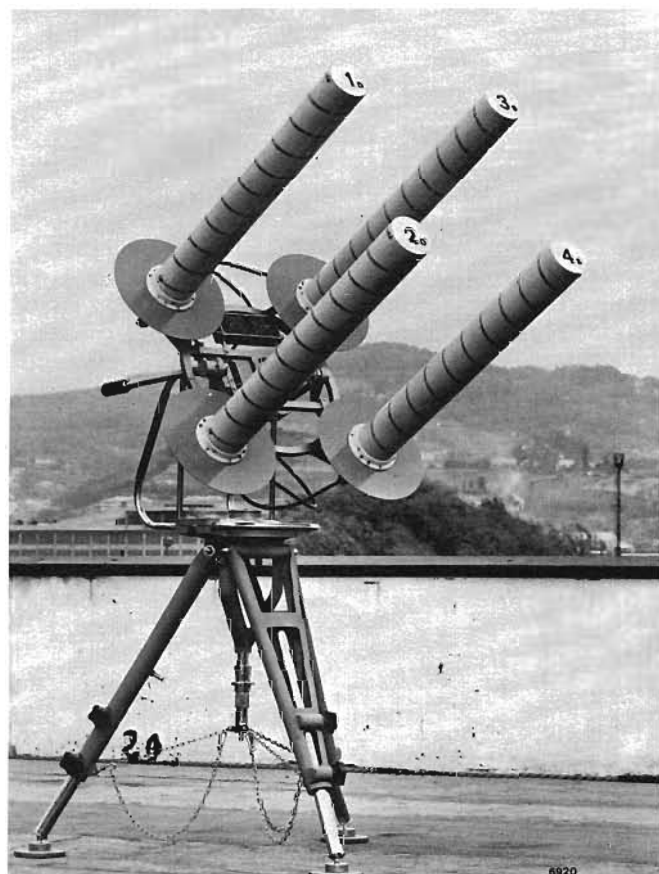



Fig. 27. — Antenna ad eliche direttiva per TV in banda V a polarizzazione verticale. È utilizzata per ricevere i due canali televisivi provenienti da elicottero per collegamenti mobili. Guadagno: 18 dB. È a puntamento manuale con controllo ottico con cannocchiale oppure elettrico con strumento con indicatore di campo.

Fig. 28. — Ricevitore a MF video ed audio in banda V con cifra di rumore di 8 dB. Per evitare l'attenuazione dovuta ad un lungo cavo tra antenna e ricevitore la parte a radiofrequenza ed a frequenza intermedia (sopra) è separata dalla parte di demodulazione (sotto) che può essere posta fino a 200 metri di distanza.

per il controllo e commutazione automatica sul collegamento di riserva in caso di avaria.

Per i collegamenti con mezzi in movimento (posti su auto o moto, sovente con ponte intermedio posto su di un elicottero) (fig. 25) sono stati realizzati due nuovi tipi di trasmettitori a MF totalmente allo stato solido. Il primo ha l'oscillatore, a frequenza metà di quella d'uscita, modulato in frequenza dal segnale video (fig. 26). Il secondo trasmettitore è del tipo a conversione parametrica e può funzionare sia da trasmettitore, sia da ripetitore; nel primo caso accetta in entrata il segnale video, nel secondo caso il segnale a media frequenza a 70 MHz. Il sistema ricevente a

Fig. 29. — Modulatore (in alto) e demodulatore (in basso) video a 70 MHz a modulazione di frequenza che possono essere impiegati per brevi collegamenti su cavo coassiale (fino a 3 km su cavo coassiale nazionale) per esempio tra Centri di Produzione e relativi trasmettitori. Il modulatore può anche essere usato per l'inserzione di un segnale video in un punto qualsiasi della catena dei ponti fissi.

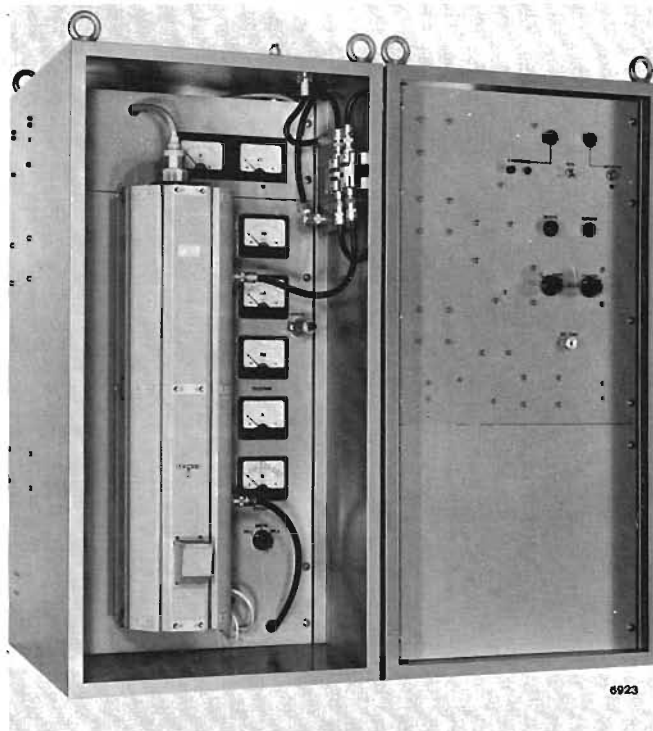



Fig. 30. — Amplificatore da 300 W in banda V con tubo ad onde progressive (TOP); è adatto ad amplificare segnali modulati in frequenza dal video. Viene eccitato da un trasmettitore di pochi watt del tipo normalmente impiegato per i collegamenti da mezzi in movimento. È trasportabile e viene utilizzato per collegamenti mobili con tratta molto lunga.

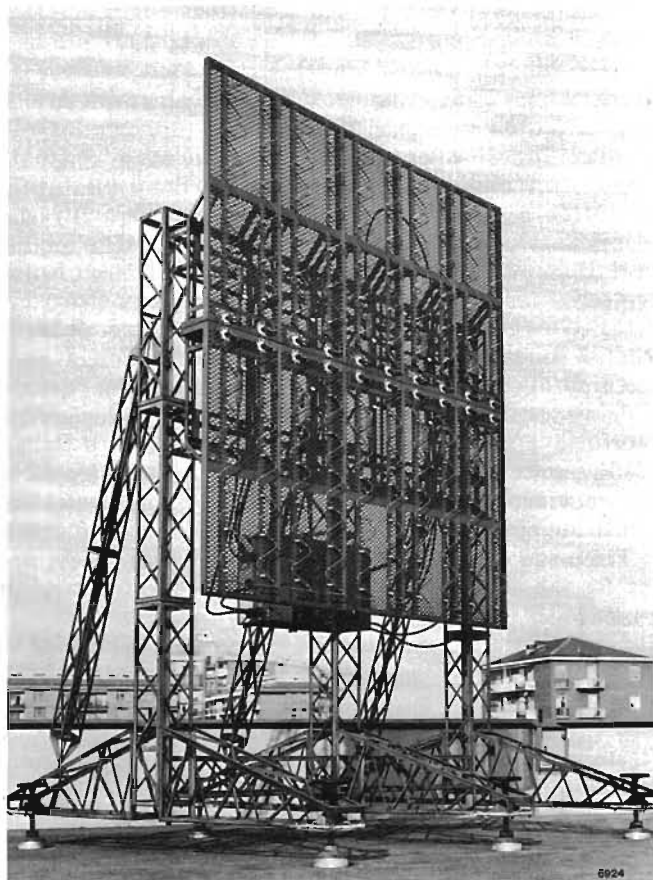



Fig. 31. — Antenna direttiva in banda V per collegamenti televisivi mobili. Il sistema radiante è costituito da dieci elementi doppi a zigzag per una superficie di 9,5 m². Il lobo di radiazione è orientabile elettricamente con sfasatori continui sia nel piano orizzontale sia nel piano verticale. Il guadagno è di 28 dB. Il sistema è scomponibile in piccole parti per facilitarne il trasporto.

Fig. 32. — Antenna parabolica per collegamenti televisivi mobili nella banda dei 7 GHz a doppia polarizzazione lineare incrociata. Sul retro sono poste le due teste trasmittenti (o riceventi). Il paraboloide, in vetroresina metallizzata, ha un diametro di 3 m ed è scomponibile in sei spicchi per facilitarne il trasporto. Il combinatore di polarizzazione è posto sull'illuminatore. Il guadagno è di 43 dB.

Fig. 33. — Trasmettitore radiofonico a modulazione di frequenza da 3 kW, adatto anche per trasmissioni stereofoniche. La cabina di sinistra è un trasmettitore da 200 W, che può anche funzionare in maniera autonoma; la cabina di destra contiene l'amplificatore da 3 kW di potenza (bibl. 61).

terra è costituito da antenna ad alta direttività (fig. 27) e da ricevitori professionali (fig. 28).

Per brevi collegamenti video su cavo coassiale sono stati realizzati i modulatori e demodulatori a 70 MHz a modulazione di frequenza (fig. 29) che combinati con filtro ai modulatori a 20 MHz modulati di ampiezza costituiscono un doppio collegamento video su un unico cavo.

Per esigenze speciali talvolta occorrono collegamenti mobili ad una sola tratta molto lunga (per esempio per attraversamenti su mare). Per queste esigenze sono stati realizzati due tipi di collegamenti portatili TV, uno nella banda dei 0,7 GHz e l'altro nella banda dei 7 GHz. Il primo si avvale del trasmettitore video modulato di freduenza prima citato, seguito da un amplificatore a TOP da 300 W (fig. 30) e l'impiego di un ricevitore a basso rumore (ricevitore di fig. 28 munito di preamplificatore con figura di rumore di 3,5 dB).

I sistemi di antenna, sia in trasmissione che in ricezione, sono costituiti da complessi a « zig-zag » a forte guadagno (fig. 31).

Il secondo collegamento a 7 GHz si avvale di due teste trasmittenti (∼ 1 W) o riceventi con un sistema radiante costituito da un'antenna parabolica di 3 metri di diametro in vetroresina metallizzata mostrata in figura 32.

10. Apparati trasmittenti.

Una delle principali realizzazioni nel campo degli apparati trasmittenti è il trasmettitore radiofonico a MF da 3 kW (fig. 33) adatto anche alle trasmissioni stereofoniche che impiega, fra l'altro, un originale sistema di controllo di frequenza del modulatore (fig. 34) ed un originale sistema di neutralizzazione (bibl. 61).

Un'altra importante realizzazione è il trasmettitore televisivo da 2 kW in banda III costituito da un trasmettitore video da 200 W seguito da un amplificatore lineare da 2 kW mostrato in figura 35 oltre al trasmettitore audio MF da 200 W.

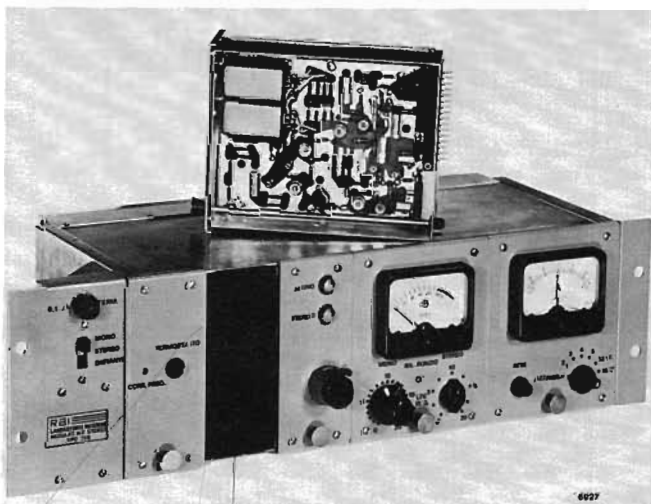



Fig. 34. — Modulatore MF stereo impiegato nel trasmettitore della figura precedente; esso impiega un originale sistema di controllo della frequenza e dispone di due entrate indipendenti per segnali monofonici o stereofonici.

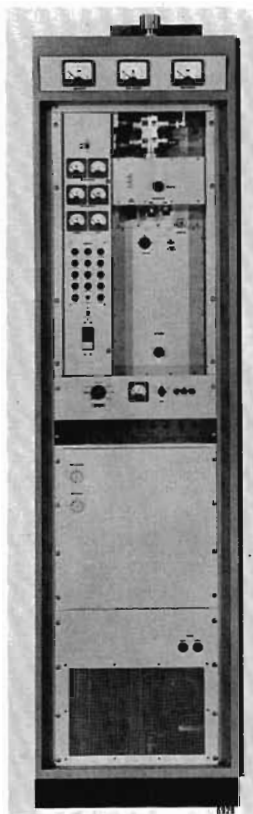



Fig. 35. — Amplificatore TV da 2 kW in banda III. È un amplificatore lineare che, pilotato da un trasmettitore TV da 200 W, ne aumenta la potenza a 2 kW.

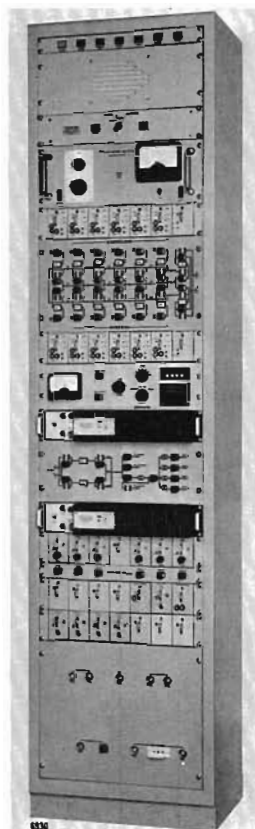



Fig. 37. — Complesso di generazione dei segnali di filodiffusione contenente i modulatori per i sei canali, gli amplificatori lineari di potenza (20 W) con banda da 150 a 400 kHz per alimentare le linee telefoniche e gli apparati di misura e controllo.

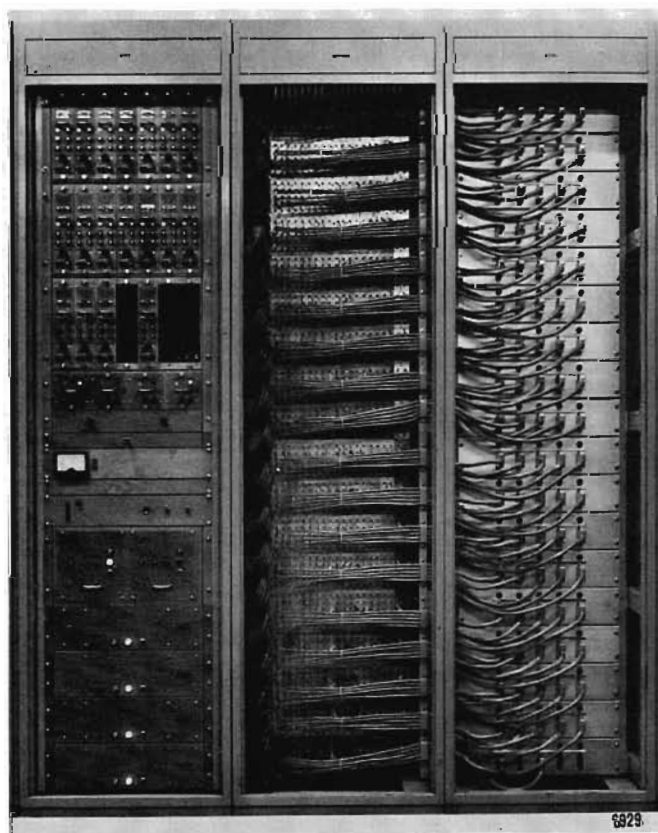



Fig. 36. — Impianto di distribuzione di venti programmi TV a novanta utenti con selezione di utente. La prima cabina a sinistra contiene i modulatori funzionanti sul canale A televisivo e gli oscillatori a quarzo video ed audio comuni a tutti i modulatori e gli alimentatori; altre cabine contengono la matrice di commutazione a RF (51 ÷ 58 MHz) e gli arrivi dei terminali di comando. La matrice di commutazione è formata da blocchi di alluminio nei quali sono fresati gli alloggiamenti dei relé di tipo « reed » sottovuoto. Per ogni punto d'incrocio sono impiegati due relé di scambio in serie che in posizione di riposo creano un punto intermedio di massa per ridurre l'accoppiamento capacitivo.

Per il palazzo della Direzione Generale è stato realizzato un sistema di distribuzione di venti programmi TV a novanta utenti con selezione di utente. Il sistema è costituito da venti modulatori video ed audio funzionanti sul canale A, onde poter usare in ricezione normali televisori, seguiti da una particolare matrice di commutazione a radiofrequenza con venti entrate e novanta uscite (fig. 36). I modulatori sul canale A sono inoltre stati utilizzati per molte altre applicazioni, anche seguiti da convertitori per i vari canali televisivi.

Per la filodiffusione è stata completata la progettazione dei nuovi apparati transistorizzati con la realizzazione dell'amplificatore di potenza da 20 W. L'insieme degli apparati è mostrato in figura 37.

I vecchi trasmettitori in banda IV da 10 kW non erano adeguati alle caratteristiche necessarie per la televisione a colori e non avevano la necessaria stabilità di frequenza delle portanti. Si sono pertanto realizzati nuovi eccitatori, con le caratteristiche richieste, da sostituire agli originali.

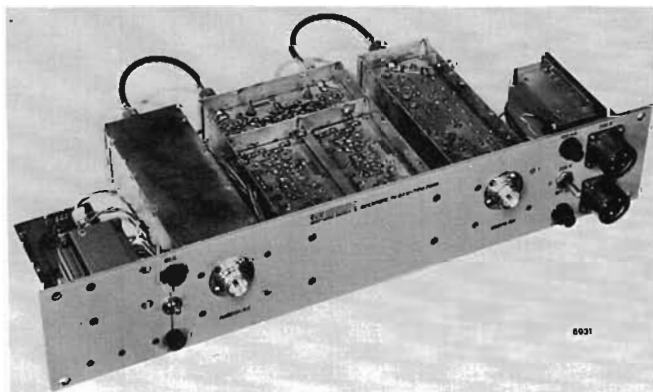



Fig. 38. — Ripetitore TV da 0,1 W in banda I e III con potenza di alimentazione di soli circa 1.5 watt a doppia conversione con amplificazione a frequenza intermedia.

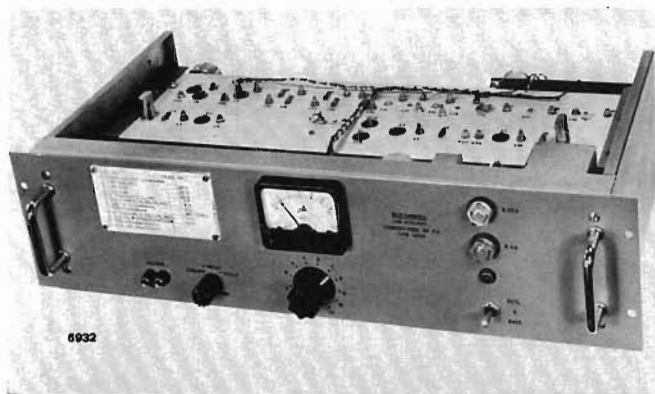



Fig. 39. — Convertitore radiofonico a modulazione di frequenza da 2 W per la banda 88 ÷ 104 MHz.

Per l'estensione capillare delle reti TV sono stati progettati ripetitori TV da 0,1 W in banda I e III aventi la minima potenza di alimentazione in modo da poter utilizzare anche sorgenti non convenzionali di energia (celle solari, vento, pile, ecc.) (fig. 38). È in studio il corrispondente tipo per la banda IV. Anche per la radiofonia è stato realizzato un convertitore da 2 W (fig. 39).

Sono state inoltre eseguite prove di qualificazione, di stabilità e di durata di numerosi apparati trasmittenti prodotti dall'industria.

È stato sperimentato un sistema di trasmissione di programmi radio ausiliari mediante sottoportanti di 41 kHz e 67 kHz modulate di frequenza e irradiate dallo stesso trasmettitore a MF del programma principale. Sono state realizzate le apparecchiature relative sia per la trasmissione che per la ricezione (fig. 40) e condotte prove di qualità di ricezione e di compatibilità con il servizio principale. Questo sistema di trasmissione (detto SCA) può essere usato per scopi speciali ad utenti provvisti di apposito ricevitore.

Per migliorare le prestazioni dei ripetitori, in vista delle trasmissioni a colori, è stato studiato un correttore di intermodulazione per ripetitori TV che migliora la linearità del complesso introducendo una

Fig. 41. — Commutatore a doppio scambio comandato a motore per «feeder» da 3 1/8". È utilizzato per collegare automaticamente l'antenna al trasmettitore di riserva in caso di avaria. È provvisto di numerosi contatti ausiliari di sicurezza e per il comando degli apparati. Consente il transito di una potenza massima di 25 kW fino a 600 MHz.

non linearità complementare a quella dell'apparato (bibl. 27).

Il complesso, trasmettitore video, filtro combinatore audio-video e filtro per la soppressione parziale della banda laterale inferiore come previsto dallo standard (filtro vestigiale), introduce una distorsione di ritardo di gruppo che deve essere corretta. A questo

Fig. 40. — Codificatore (sopra) e decodificatore (sotto) per la trasmissione, a mezzo di sottoportanti a 41 e 67 kHz, di due programmi ausiliari con i trasmettitori radiofonici a modulazione di frequenza. Essendo la banda audio limitata a 6 kHz, la qualità è analoga a quella delle trasmissioni ad onde medie.

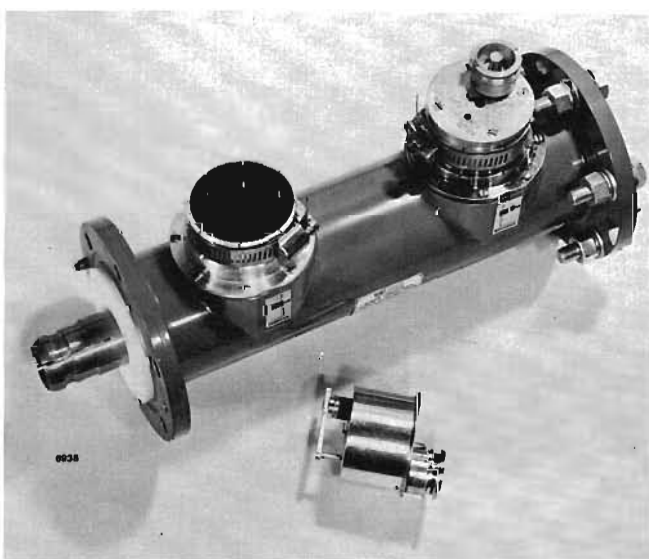



Fig. 42. — Accoppiatore direzionale per il prelievo della potenza diretta e riflessa a scopo di controllo, misure e sintonie di apparati. Potenza massima di transito: 25 kW fino a 600 MHz. A seconda della frequenza e/o della regolazione si può ottenere una direttività di 40 ÷ 45 dB con un accoppiamento della potenza diretta tra —20 e —50 dB.

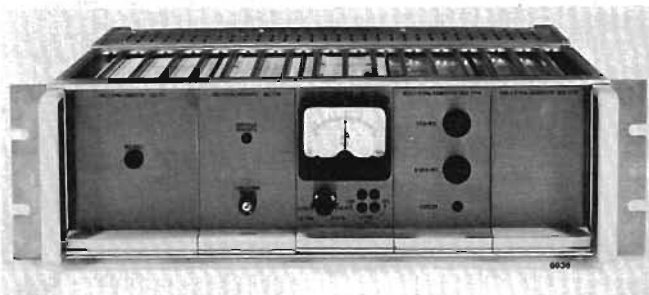



Fig. 43. — Generatore campione a 1 e 5 MHz; contiene un oscillatore a quarzo a 5 MHz la cui frequenza viene corretta dal segnale pilota a 16,6 kHz. La stabilità propria dell'oscillatore a 5 MHz è tale che. anche mancando il segnale pilota per un giorno, la sua variazione è contenuta entro poche parti su 10^9. Viene impiegato nei centri trasmittenti per sincronizzare le portanti dei vari trasmettitori televisivi e radiofonici.

scopo sono stati studiati (bibl. 62) e realizzati numerosi equalizzatori di ritardo di gruppo per i vari tipi trasmettitori TV.

Sempre per i trasmettitori sono stati realizzati apparati ausiliari atti alla commutazione automatica sui trasmettitori di riserva in caso di avaria (fig. 41); carichi artificiali e accoppiatori direzionali (fig. 42).

11. Stabilizzazione delle frequenze portanti dei trasmettitori.

Al fine di migliorare la ricezione TV nelle aree in cui sono presenti segnali interferenti provenienti da tramettitori lontani funzionanti sullo stesso canale, occorre rendere le frequenze portanti di questi molto precise per ottenere frequenze di battimento stabili in modo da sfruttare l'effetto di mascheramenro dovuto alla scansione d'immagine (off-set). Analogamente per l'onda media, poiché esistono numerosi trasmettitori funzionanti sulla stessa frequenza nominale (reti sincronizzate) è necessario che le loro frequenze portanti siano molto precise.

Per questi scopi viene generata a Roma una frequenza campione ultracustica ($16,\overline{6}$ kHz) molto precisa che viene distribuita a tutti i Centri Trasmittenti, nei quali un oscillatore a quarzo, realizzato dal Centro Ricerche (fig. 43) è tenuto agganciato alla frequenza pilota. Dall'oscillatore mediante sintetizzatori si generano le frequenze portanti dei trasmettitori televisivi e radiofonici ad onda media (fig. 44).

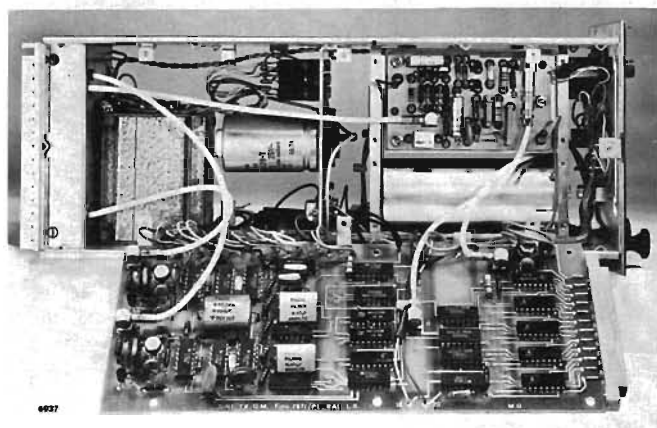



Fig. 44. — Sintetizzatore di frequenza che genera le frequenze portanti dei trasmettitori radiofonici ad onda media; copre il campo di frequenze da 500 a 1.700 kHz a passi di 1 kHz pilotandolo con la frequenza di 5 MHz dell'oscillatore della figura precedente.

Fig. 45. — Antenna per onde medie di 108 m di altezza sostenuta da un pallone aerostatico. È stata realizzata con cavetto di alluminio di 10,4 mm. Il circuito di terra è costituito da una raggera di 60 fili da 3 mm di diametro e lunghi 100 metri. Il secondo cavo, visibile in figura, è il cavo di sicurezza in nylon per la ritenuta del pallone.

12. Antenne e filtri.

Sono stati svolti notevoli studi originali relativi ad antenne per onde medie verificando le conclusioni teoriche con sperimentazioni su modelli in scala ed anche in grandezza reale mediante antenne sostenute con pallone aerostatico (fig. 45). Gli studi hanno principalmente riguardato: la distribuzione reale di corrente lungo l'antenna (che normalmente, per semplicità, viene considerata sinusoidale); diagramma d'irradiazione in presenza di terreno reale (generalmente, per semplicità, viene considerato a questi fini condut-

Fig. 46. — Antenna ad anello di piccole dimensioni per onde medie. Il diametro è inferiore a 1/10 di lunghezza d'onda ($\sim$ 15 metri a 1.500 kHz) e l'altezza sul terreno è di $\sim 1 \div 2/100$ di lunghezza d'onda ($\sim$ 4 metri a 1.500 MHz). Il circuito di terra è costituito da una rete poco più grande dell'anello. La sua utilizzazione è conveniente nei casi in cui è preminente la necessità di altezze ridottissime (prossimità di aeroporti, ecc.). Non richiede cabina di sintonia perché l'antenna risulta autoadattata alla base.

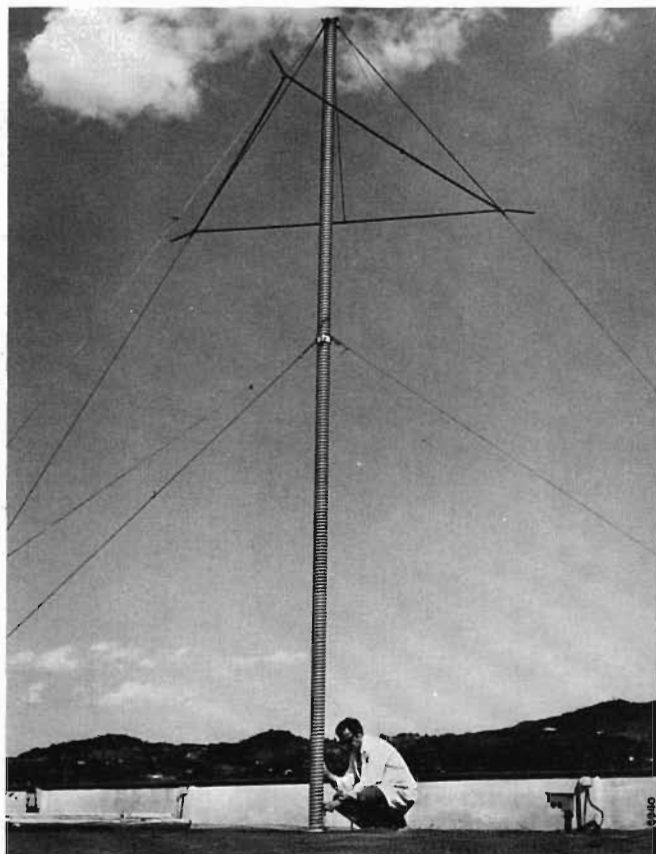



Fig. 47. — Antenna a elica di dimensioni ridotte per Onde Medie. L'altezza è di $\sim 7{,}5$ metri per 1.450 kHz ($\sim 3{,}5/100$ di lunghezza d'onda). Il circuito di terra è costituito da una rete metallica di piccole dimensioni. Le tre aste poste ai vertici del «cappello» sono utilizzate per la sintonia. Non richiede la cabina di sintonia perché risulta autoadattata alla base. Il suo ingombro e costo risultano estremamente ridotti rispetto ad una equivalente antenna di tipo marconiano. Potenza di ingresso massima $2 \div 3$ kW.

Fig. 48. — Confronto fra antenna convenzionale ed ad elica poste sul palazzo delle poste di Alessandria. I valori medi dei campi misurati in città e in periferia risultano inferiori di solo $1{,}8 \div 2$ dB rispetto a quelli ottenuti con l'antenna di tipo marconiano, a sinistra nella foto, alta 30 metri.

tore perfetto); altezza elettrica dell'antenna tenendo conto della distribuzione reale della corrente e dell'effetto di terminazione. Questi studi hanno permesso di valutare con maggiore aderenza alla realtà la direttività di un sistema radiante semplice o composito, le impedenze proprie e mutue, la propagazione e determinazione dell'area primaria notturna.

Sempre per le onde medie sono state studiate antenne di dimensioni ridotte, che tuttavia conservano buoni rendimenti, da utilizzare per basse potenze in casi particolari (sopra edifici di zone urbane, in prossimità di aeroporti, ecc.). Lo studio è stato eseguito con l'uso di modelli in scala ed ha condotto alla realizzazione di due tipi di antenne, una ad anello (fig. 46) e l'altra ad elica (figg. 47 e 48) con buoni risultati.

Sono stati studiati e realizzati vari tipi di antenne per trasmettitori e ripetitori da usarsi come unità singole o come elementi per la composizione di sistemi radianti più complessi con caratteristiche predeterminate. Tra questi elementi alcuni sono a dipolo a larga banda (fig. 49), a pannelli a dipoli in onda intera (figg. 50 e 51) oppure a zig-zag, fig. 52 (bibl. 63).

Anche per i collegamenti sono state realizzate antenne già descritte nel paragrafo dei collegamenti ed inoltre anche per autovetture per radiocronisti (fig. 53).

Sono stati realizzati vari tipi di filtri combinatori a cavità per irradiare su un'unica antenna la potenza di trasmettitori sia radiofonici a MF, per potenze da 20 W a 10 kW e per combinazioni da due a quattro trasmettitori, sia per TV per la combinazione dei due

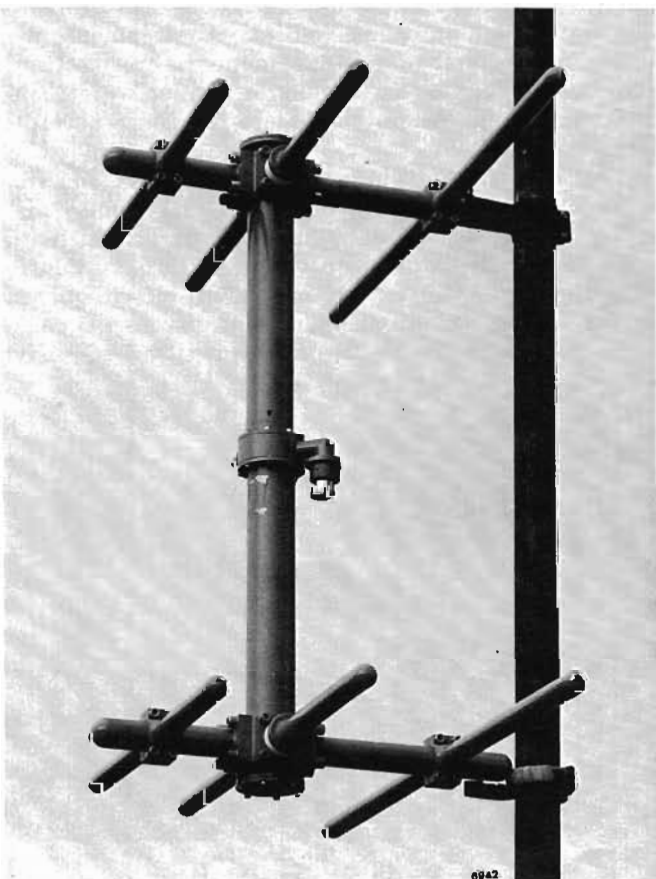



Fig. 49. — Antenna TV yagi tre elementi, due piani per banda III. Utilizza dipoli a larga banda con compensazione interna; guadagno: 11 dB. Viene impiegata prevalentemente in ripetitori TV.

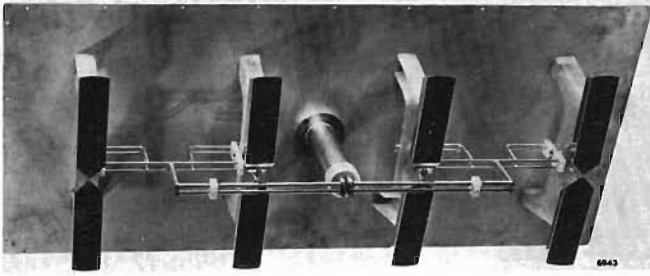



Fig. 50. — Pannello radiante a quattro dipoli in onda intera per la banda televisiva UHF (470 ÷ 620 MHz). La struttura è in vetroresina con parete riflettente metallizzata; è provvista di una copertura di protezione (radome). Il guadagno è di 14 dB.

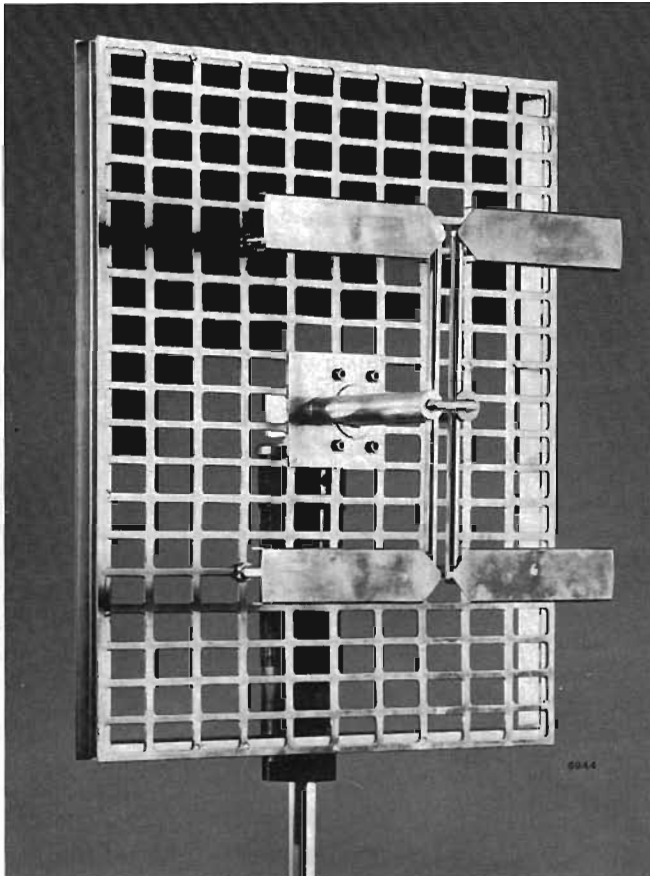



Fig. 51. — Pannello radiante TV in banda V. Guadagno 11,5 dB.

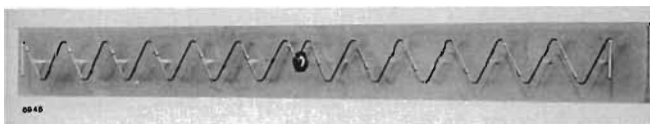



Fig. 52. — Antenna TV a zig-zag per banda IV e V. È caratterizzata da elevata direttività e basso costo: con un solo punto di alimentazione viene illuminata una superficie di quasi $6\lambda^2$. Per la banda IV le dimensioni sono di 4,5 × 0.4 m e il guadagno è di 19 dB (bibl. 63).

trasmettitori video ed audio (bibl. 64), fino a potenza di 10 kW, sia infine per la combinazione di trasmettitori di programmi TV diversi sulla stessa antenna nelle bande IV e V. Per il filtro combinatore 10 kW in banda IV (fig. 54) si è resa necessaria la stabilizzazione termica delle cavità che è stata realizzata con un originale circuito idraulico (bibl. 65).

Per la parziale soppressione della banda laterale inferiore televisiva sono stati realizzati vari tipi di filtri « vestigiali » alcuni in radio frequenza posti a valle del trasmettitore, talvolta conglobati col filtro combinatore audio-video (figg. 55 e 56) ed altri a fre-

Fig. 53. — Auto attrezzata per radiocronisti, con due antenne per collegamento a modulazione di frequenza. A sinistra antenna a polarizzazione orizzontale, a destra a polarizzazione verticale.

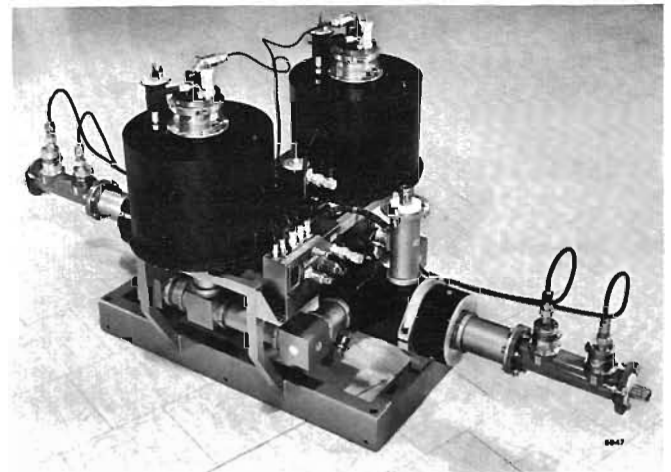



Fig. 54. — Unità combinatrice audio-video per trasmettitori TV da 10 kW, banda IV. È attrezzato con due cavità cilindriche (TM_0l_0) su cui è applicato un dispositivo idraulico di compensazione automatica della deriva della sintonia dovuta alle variazioni termiche (bibl. 64, 65).

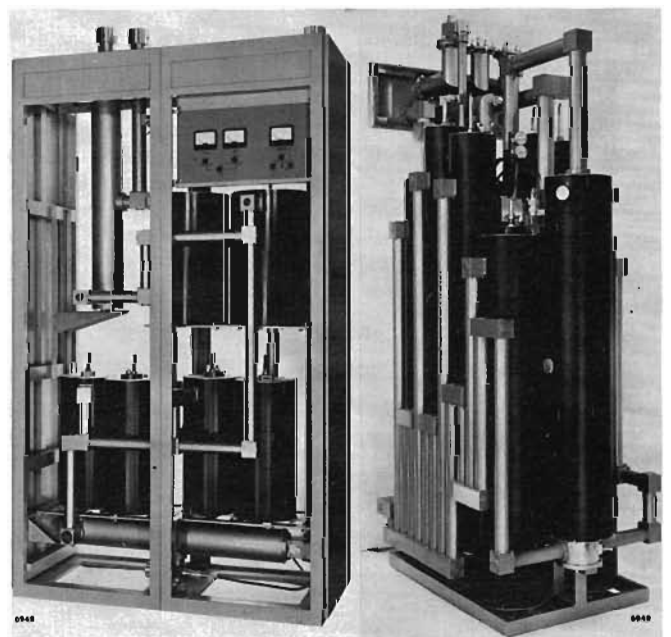



Fig. 55. — Unità combinatrice audio-video e vestigiale per trasmettitori TV da 10 kW per la banda III.

Fig. 56. — Unità combinatrice audio-video e vestigiale per trasmettitori TV da 5 kW per la banda I.

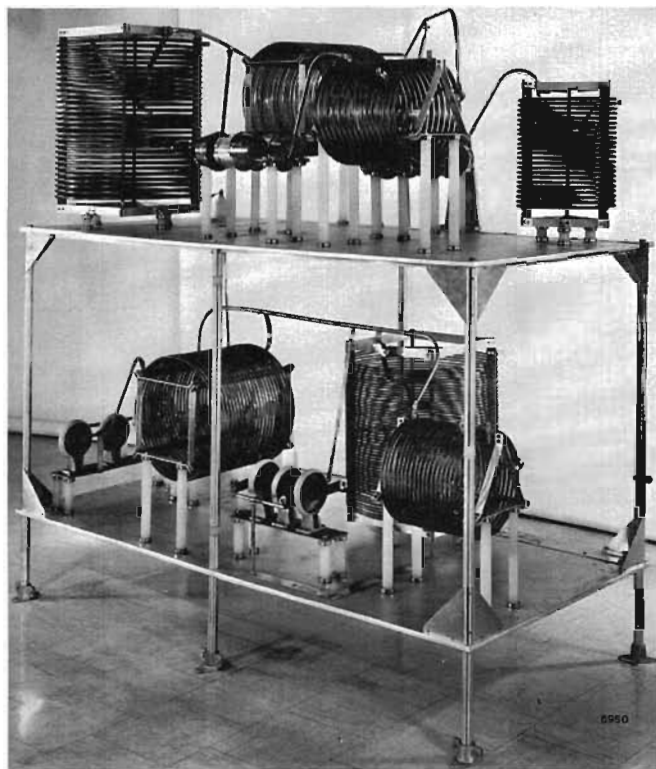



Fig. 57. — Unità combinatrice e adattatrice d'antenna che ha permesso l'impiego contemporaneo dell'antenna O.M. di Caltanissetta per l'irradiazione di un trasmettitore da 25 kW onda media (566 kHz) e 1 kW onda lunga (191 kHz).

quenza intermedia normalizzata (38,9 MHz), questi ultimi a costanti concentrate. Sempre a costanti concentrate è stata realizzata un'unità combinatrice per onde medie e lunghe (fig. 57).

Sono continuati gli studi relativi a filtri sovente necessari negli impianti ripetitori, sia in entrata sia in uscita. In particolare sono stati studiati filtri passabanda di tipo a pettine (fig. 58) od interdigitale che permettono di ottenere filtri di dimensioni ridotte per piccoli ripetitori.

13. Altre attività.

L'esercizio delle trasmissioni radiotelevisive richiede talvolta interventi di emergenza per situazioni tecniche particolari non prevedibili; il Centro svolge

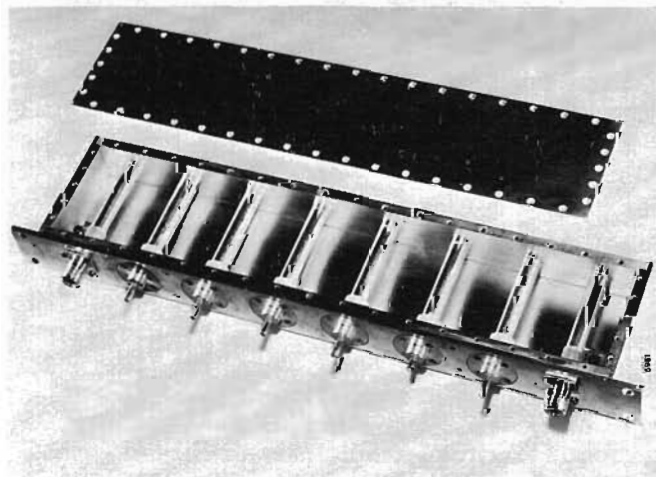



Fig. 58. — Filtro passa banda a pettine per la banda U.H.F. filtri di questo tipo sono impiegati all'ingresso e all'uscita di ripetitori TV di piccola potenza.

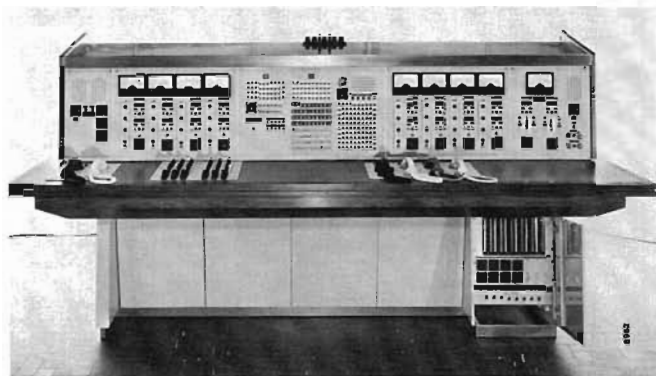



Fig. 59. — Tavolo di smistamento video ed audio per il Centro di Produzione TV di Roma.

anche queste attività di pronto intervento con soluzioni appropriate caso per caso.

Una attività collaterale del Centro è quella della realizzazione, in collaborazione con ditte esterne, di apparati di vari tipi progettati da altri settori aziendali di cui la figura 59 mostra un esempio.

Altra attività è il collaudo dei materiali tecnici acquistati dall'azienda. Associata a questa attività è quella del reparto per la qualificazione dei componenti che compie studi e misure per l'omologazione dei nuovi componenti (bibl. 66, 67, 68, 69).

Un reparto provvede alle riparazioni degli apparati (dai microfoni agli apparati elettronici) provenienti da tutte le Sedi aziendali.

Notevole sviluppo ha avuto l'attività didattica con corsi di qualificazione e di aggiornamento svolti da tecnici del Centro Ricerche per il personale tecnico aziendale.

Molto seguita è l'attività tecnica internazionale, in cui quella del Centro è inserita, specialmente quella dell'Unione Europea di Radiodiffusione (UER), del Comitato Consultivo Internazionale delle Radiocomunicazioni (CCIR), della Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC) e del Comitato Internazionale Speciale Perturbazioni Radioelettriche (CISPR).

Oltre alla bibliografia citata esiste per gli studi effettuati dal Centro Ricerche tutta una serie di Relazioni Tecniche a carattere interno. (2048)

BIBLIOGRAFIA

1. - *Il Laboratorio Ricerche della RAI.* « Elettronica » 1965 n. 1, pagg. da 3 a 24.

2. - RAI: *Decoder developments in the PAL colour television system.* RAI Document Com. T(E) 127 of EBU ad hoc Group on Colour Television, July, 1964.

3. - SALVADORINI R., ZETTI G.: *Un esempio di ricevitore per televisione a colori sistema PAL.* « Elettronica » 1965 n. 2, pagg. da 38 a 52.

4. - SALVADORINI R., ZETTI G.: *Decodificatore per ricevitore di televisione a colori sistema PAL secondo le nuove specifiche.* « Elettronica » 1966 n. 1, pagg. da 2 a 12.

5. - SALVADORINI R., ZETTI G., GROSSO E.: *Decodificatore a transistori per televisione a colori sistema PAL.* « Elettronica » 1967 n. 3, pagg. da 107 a 114.

6. - ZETTI G.: *La stabilizzazione dei « tempi » nei generatori di segnali di sincronismo in televisione.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1971 n. 3, pagg. da 103 a 110.

7. - SALVADORINI R.: « *Mixer* » *per segnali a colori PAL negli studi di televisione.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1968 n. 3, pagg. da 97 a 102.

8. - ARDITO M., BARBIERI G.: *Influenza della corrente di registrazione su alcune distorsioni di un segnale registrato su nastro videomagnetico.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1974 n. 1, pagg. da 31 a 34.

9. - ARDITO M., BARBIERI G.: *Sistema per allineare la testina della pista di controllo di un registratore videomagnetico a traccia trasversale.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1974 n. 4, pagg. da 149 a 155.

10. - ARDITO M., BARBIERI G.: *Mascheramento degli scrosci video da nastro nella riproduzione di segnali a colori codificati PAL e SECAM.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1972 n. 6, pagg. da 206 a 210.

11. - CASTELLI E., GIUGLIARELLI G.: *Il controllo automatico delle reti di distribuzione televisive.* « Alta Frequenza » luglio 1968, pagg. da 633 a 646.

12. - ZETTI G., D'AMATO P.: *Misuratore automatico del rapporto segnale disturbo nell'intervallo di cancellazione di quadro di un segnale televisivo.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1969 n. 1, pagg. da 2 a 11.

13. - ZETTI G.: *Convertitore analogico-numerico per il calcolo diretto del valore percentuale.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1969 n. 5, pagg. da 154 a 157.

14. - BARBIERI G., D'AMATO P.: *Influenza del « rumore » nelle misure televisive automatiche effettuate con segnali VIT.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1969 n. 6, pagg. da 194 a 203.

15. - PASTERO N., TABONE D.: *Misuratore di fase differenziale con segnali VIT.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1970 n. 1, pagg. da 19 a 26.

16. - BARBIERI G., D'AMATO P.: *Influence of noise in automatic measurements by Insertion Test Signals.* « The Radio and Electronic Engineers » Vol. 41, n. 4 aprile 1971, pagg. da 153 a 162.

17. - D'AMATO P.: *Etude de l'impulsion 20T en présence de différents types de distorsions.* « Union Europeenne de Radiodiffusion ». Monografia tecnica n. 3099. Marzo 1973.

18. - D'AMATO P.: *Distortion analyzer of Insertion Test Signals made by RAI.* Colloque International sur l'automation de la radiodiffusion et les réseaux de trasmission. Parigi, ottobre 1976.

19. - BANFI V.: *Nuovo metodo per la misura della distorsione dell'impulso a coseno quadrato ai fini della messa a punto dei collegamenti per televisione.* « Rivista F.I.T.C.E. » 1971 n. 5, pagg. da 9 a 17.

BANFI V.: *Generazione e importanza pratica dell'impulso 20T.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1971 n. 6, pagg. da 217 a 219.

20. - D'AMATO P., ZETTI G.: *Misure automatiche su segnali di inserzione per il controllo delle reti televisive di collegamento e di diffusione della RAI.* « Atti del XX Congresso Internazionale per l'Elettronica ». Roma, 28-31 marzo 1973, pagg. da 85 a 94.

21. - D'AMATO P.: *The automatic supervision of television transmitters and radio links by means of Insertion Test Signals.* « Colloque International sur l'automatisation de la radiodiffusion et des réseaux de transmission ». Parigi, ottobre 1976.

22. - D'AMATO P.: *Effetti della distorsione di quadratura su segnali d'inserzione CCIR nelle trasmissioni televisive.* « Alta Frequenza » 1971 n. 7, pagg. da 601 a 612.

23. - D'AMATO P.: *Distorsions of the ITS waveform in the diplexer and the ventigialsideband filter of a television trasmitter.* « E.B.U. Technical Review » 1975, December, pagg. da 274 a 285.

24. - D'AMATO P., STROPPIANA M.: *Distorsioni dei segnali di prova nelle trasmissioni televisive a modulazione di frequenza.* « Alta Frequenza » di prossima pubblicazione.

25. - COMINETTI M., D'AMATO M., GIORGI C.: *Ripetitori televisivi: effetti delle distorsioni lineari sul segnale video.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1975 n. 4, pagg. da 183 a 192.

26. - D'AMATO P., GIORGI C., STROPPIANA M.: *Ripetitori televisivi: effetti delle distorsioni non lineari sul segnale video.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1975 n. 6, pagg. da 231 a 242.

27. - D'AMATO P., GIORGI C.: *Ripetitori televisivi: Il prodotto d'intermodulazione audio-video.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1976 n. 1, pagg. da 35 a 41.

28. - BARBIERI G., D'AMATO P.: *Intermodulation distortion measurement in TV transposers with a test signal inserted in the video blanking interval.* « IERE Conference Proceeding » n. 18, pagg. da 199 a 207.

29. - D'AMATO P., STROPPIANA M.: *Distorsioni dei segnali ITS dovute alla propagazione.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1976 n. 4, pagg. da 145 a 154.

30. - D'AMATO P.: *Valutazione delle distorsioni dei segnali di prova televisivi mediante i fattori K: considerazioni sull'utilità e sui limiti del loro impiego nella manutenzione delle reti.* « Atti del XIX Congresso Internazionale per l'Elettronica ». 27-30 marzo 1972, pagg. da 113 a 121.

31. - D'AMATO P.: *Proprietà statistiche delle distorsioni di una catena di circuiti televisivi.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1974 n. 6, pagg. da 233 a 242.

32. - D'AMATO P.: *Détermination des tolérances applicables aux chaînes des circuits video.* « Revue de l'UER ». Avril 1976, pagg. da 48 a 57.

33. - D'AMATO P., TABONE D.: *Misura automatica del rapporto segnale rumore nelle trasmissioni televisive.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1974 n. 6, pagg. da 206 a 208.

34. - ANGELI F., LOREA G., ROSSI A.: *Apparecchiatura per la misura automatica dei collegamenti audio.* « Atti del XX Congresso Internazionale per l'Elettronica ». 28-31 marzo 1973, pagg. da 95 a 102.

35. - GAUDIO R., BOCCARDO P.: *Prove di propagazione nelle bande 7 e 11 GHz.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1971 n. 5, pagg. da 173 a 183.

36. - PACINI G. P., GAUDIO R., ROSSI-DORIA F.: *Experimental investigation on man-made noise in 850 MHz and 12 GHz frequency bands.* « Alta Frequenza » 1971 n. 2, pagg. da 132 a 139.

37. - ROSSI A., LOREA G.: *Convertitore numerico analogico di misura con isteresi agli estremi della scala.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1971 n. 6, pagg. da 209 a 216.

38. - ANGELI F., GHIDINI I., ROSSI A., ZETTI G.: *Televisione via cavo: Progetto di massima di una rete con distribuzione VHF ad albero.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1974 n. 3, pagg. da 107 a 112.

39. - SALVADORINI R., BILLIA G.: *Televisione via cavo: Il terminale di utente di una rete con distribuzione VHF.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1974 n. 3, pagg. da 113 a 116.

40. - ZETTI G.: *Televisione via cavo: Ipotesi di allocazione dei canali in banda VHF, con riferimento ai vincoli derivanti dai televisori.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1974 n. 3, pagg. da 103 a 107.

41. - ANGELI F., SALVADORINI R., ZETTI G.: *Televisione via cavo: Studio e proposta di canalizzazione per reti CATV con distribuzione ad albero.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1976 n. 2, pagg. da 73 a 85.

42. - SALVADORINI R.: *Televisione via cavo: Valutazione del comportamento dei nuovi televisori in rete di CATV-VHF che utilizzano la canalizzazione italiana.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1976 n. 2, pagg. da 50 a 54.

43. - SALVADORINI R., ZETTI G.: *Televisione via cavo: Sistema di comunicazione ad alta velocità in codice fra utenti e stazione di testa e viceversa per reti bidirezionali.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1975 n. 1, pagg. da 25 a 32.

44. - D'AMATO P.: *Legame tra prodotti d'intermodulazione e distorsioni non lineari nei ripetitori televisivi e negli impianti di televisione via cavo.* « A.E.I. XXII Rassegna Internazionale Elettronica ». Roma, 14 marzo 1975. Atti della Tavola Rotonda.

45. - D'AMATO P.: *Misura delle distorsioni nel segnale video negli impianti di televisione via cavo.* « A.E.I. XXII Rassegna Internazionale Elettronica », Roma, 14 marzo 1975. Atti della Tavola Rotonda.

46. - ZETTI G.: *Televisione via cavo: Equivalenza soggettiva del degrado di qualità di una immagine affetta da disturbi tipici di una rete di CATV.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1975 n. 4, pagg. da 157 a 161.

47. - D'AMATO P., MUSSINO F.: *I fenomeni non lineari nelle trasmissioni televisive via cavo.* « XXIII Congresso Internazionale delle Telecomunicazioni ». Genova, ottobre 1975, pagg. da 223 a 239.

48. - BARBIERI G. F., COMINETTI M., D'AMATO P.: *La codifica numerica lineare del segnale video* (PCM video lineare). « Elettronica e Telecomunicazioni » 1972 n. 3, pagg. da 92 a 94.

49. - BARBIERI G. F., COMINETTI M., D'AMATO P.: *Campionamento e memoria in un sistema PCM video.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1972 n. 3, pagg. da 103 a 110.

50. - ALBERICO F., BARBIERI G. F., D'AMATO P., GHIDINI I.: *Determinazione soggettiva dei parametri di un sistema PCM video lineare.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1972 n. 3, pagg. da 95 a 101.

51. - D'AMATO P.: *Distorsioni della crominanza in un segnale PCM video lineare.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1972 n. 3, pagg. da 112 a 118.

52. - COMINETTI M., STROPPIANA M.: *Trasmissione all'utente di informazioni numeriche inserite nell'intervallo di cancellazione di quadro del segnale televisivo (sistema G)*· « Elettronica e Telecomunicazioni » 1974 n. 5, pagg. da 181 a 197.

53. - COMINETTI M.: *Contributo della RAI alla definizione del sistema di trasmissione Teletext per la norma G.* « A.E.I. LXXVII Riunione annuale ». Sorrento, 1976. Atti della Tavola Rotonda.

54. - COMINETTI M., D'AMATO P., ZETTI G.: *Piano di sperimentazione del Laboratorio Ricerche della RAI per sistemi di trasmissione Teletext.* « A.E.I. LXXVII Riunione Annuale ». Sorrento 1976. Atti della Tavola Rotonda.

55. - BARBIERI G. F., FASSERO L.: *Semplificazione del segnale di sincronismo verticale per sistemi TV europei a 625 righe.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1974 n. 5, pagg. da 173 a 180.

56. - BILLIA G. P., DECINA M.: *Digital coding and transmission of high quality sound programmes.* « Alta Frequenza » 1974 n. 1, pagg. da 29 a 39.

57. - BUFANO R., BUSIOL F., SABATINO D.: *Dosatore audio senza contatti striscianti e telecomandabile.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1975, n. 1, pagg. da 2 a 5.

58. - BUFANO R., BUSIOL F., SABATINO D.: *Amplificatore audio con regolazione automatica di guadagno.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1970 n. 4, pagg. da 141 a 145.

59. - FORNACA G., ROSSINI G.: *Rigeneratore e distributore di segnali per telescriventi. Relé polarizzato allo stato solido.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1973 n. 6, pagg. da 223 a 225.

60. - BARBIERI G. F., CALIA T.: *Trasmissione televisiva diretta da film negativi.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1971 n. 1, pagg. da 15 a 22.

61. - BEDIN A.: *Dispositivo per la neutralizzazione di tubi elettronici trasmittenti.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1969 n. 3, pagg. da 104 a 107.

62. - BOVO L., D'AMATO P., GUARGUAGLI I.: *Progetto di equalizzatori di ritardo di gruppo col calcolatore elettronico.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1970 n. 4, pagg. da 134 a 140.

63. - PACINI G. P.: *Antenna a zig-zag a irradiazione trasversale per banda UHF.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1968 n. 5, pagg. da 154 a 161.

64. - PACINI G. P.: *Metodo di progetto per filtri combinatori audio-video.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1970 n. 2, pagg. da 54 a 64 (1ª parte); n. 3, pagg. da 106 a 114 (2ª parte).

65. - PACINI G. P.: *Stabilizzazione automatica di frequenza per cavità risonanti.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1969 n. 6, pagg. da 210 a 212.

66. - BANFI V., RODINÒ F.: *Amplificazione selettiva a bassa frequenza con transistore MOS.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1967 n. 1, pagg. da 17 a 20.

67. - BANFI V.: *Teoria di funzionamento di un oscillatore a transistore.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1967 n. 4, pagg. da 149 a 153.

68. - BANFI V., RODINÒ F.: *Riflettometria impulsiva a fronte ripido.* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1968 n. 2, pagg. da 69 a 77.

69. - BANFI V., D'AMATO P., GUARGUAGLI I.: *Caratteristiche del transistore in UHF con parametri « s ».* « Elettronica e Telecomunicazioni » 1969 n. 1, pagg. da 19 a 30.

“Elettronica e Telecomunicazioni”,
nata nel 1952 come “Elettronica e Televisione Italiana”, è una rivista quadrimestrale di Rai Eri realizzata dal Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai, sul cui sito è disponibile gratuitamente dal 2001.

Il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica (CRIT) della Rai nasce a Torino nel 1930 come “Laboratorio Ricerche” e dal 1960 ha sede in Corso Giambone 68. Successivamente assume la denominazione “Centro Ricerche” e, dall’ottobre 1999, quella attuale.
L’attività del Centro è coordinata dalla Direzione Strategie Tecnologiche.
Alla nascita, tra i suoi obiettivi ha la progettazione e realizzazione di impianti ed apparati di nuova concezione, non reperibili sul mercato. I profondi cambiamenti nello scenario delle telecomunicazioni hanno stimolato la trasformazione del Centro.
Ha ricevuto riconoscimenti a livello internazionale per i contribuiti forniti alle attività di studio e normalizzazione dei sistemi per la codifica dei segnali audio e video in forma digitale, allo sviluppo delle tecniche di compressione dei segnali attualmente alla base dei sistemi di trasmissione e registrazione dei segnali video, alla definizione degli standard di diffusione e trasmissione DVB.
Il Centro contribuisce all’evoluzione delle tecnologie relative al sistema radiotelevisivo e multimediale e supporta il Gruppo nelle scelte di indirizzo tecnologico e nella fase di sperimentazione e introduzione in esercizio di nuovi prodotti e sistemi. E’ attivo in numerosi progetti finanziati in ambito europeo e nazionale e collabora con Università e Industrie per l’attività di ricerca, per la definizione dei nuovi standard e lo sviluppo dei nuovi servizi.

Rai Radiotelevisione S.p.A.
Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Corso E. Giambone, 68 - I 10135 Torino
www.crit.rai.it